**مبانی نظری وپیشینه تحقیق نظريه ي اختيارات مال و** **تحليل اختيارات حقيقي**

**فصل دوم:ادبیات و پیشینه تحقیق**

[2-1 مقدمه 8](#_Toc374480577)

[2-2 نظريهي اختيارات مالي 8](#_Toc374480578)

[2-2-1 تعاريف: (1973،(Black& Scholes 10](#_Toc374480579)

[2-3 تحليل اختيارات حقيقي 10](#_Toc374480580)

[2-3-1 اختيارات حقيقي در مقابل اختيارات مالي 13](#_Toc374480581)

[2-4 انواع اختيارات: 14](#_Toc374480582)

[2-4-1 اختيارات ساده 14](#_Toc374480583)

[2-4-2 اختيارات مركب 16](#_Toc374480584)

[2-5 روش هاي ارزش گذاري اختيارات حقيقي 16](#_Toc374480585)

[2-5-1 مرسوم ترين مدل هاي ارزش گذاري اختيارات حقيقي 17](#_Toc374480586)

[2-5-1-1 معادله Black–Scholes 17](#_Toc374480587)

[2-5-1-1-1 ارزش‏گذاري خنثي نسبت به ريسك و بلك- شولز 20](#_Toc374480588)

[2-5-1-2 مزايا و محدوديت‌هاي بلك- شولز 20](#_Toc374480589)

[2-5-1-3 معادله Black – Scholes اصلاح شده 20](#_Toc374480590)

[2-5-2 روش دوجمله‏اي 22](#_Toc374480591)

[2-5-2-1 مزايا و محدوديت‌هاي مدل دوجمله اي 23](#_Toc374480592)

[2-5-2-2 همگرايي بين مدل Black-Scholes و روش دوجمله‏اي 23](#_Toc374480593)

[2-5-3 شبيه سازي مونت كارلو 25](#_Toc374480594)

[2-6 متغییرهای ورودی و نحوه ی تخمین آن ها در ارزش گذاری اختیارات 26](#_Toc374480595)

[2-6-1 ارزش دارایی مورد بررسی(S0): 26](#_Toc374480596)

[2-6-2 تغییر پذیری در ارزش دارایی 27](#_Toc374480597)

[2-6-2-1 تغییر پذیری چیست؟ 27](#_Toc374480598)

[2-6-2-1-1 روش های تخمین تغییرپذیری: 27](#_Toc374480599)

[2-6-3 قیمت اعمال اختیار 27](#_Toc374480600)

[2-6-4 عمر اختیار 28](#_Toc374480601)

[2-6-5 تعداد بازه های زمانی 28](#_Toc374480602)

[2-7 اختيارات و عدم قطعيت 28](#_Toc374480603)

[2-8 مقایسه اختیارات حقيقي با درخت تصميم 31](#_Toc374480604)

[2-9 تحليل اختيارات حقيقي در چه زماني ارزشمندتر است؟ 31](#_Toc374480605)

[2-11 سرمايه‏گذاري 32](#_Toc374480606)

[2-12 پيچيدگي 33](#_Toc374480607)

[2-13 الگوهاي اجراي پروژه‌هاي IT 33](#_Toc374480608)

[2-14 روش‌هاي سنتي ارزيابي سرمايه‏گذاري 35](#_Toc374480609)

[2-15 تحليل ريسك سرمايه‏گذاري‏هاي فناوري اطلاعات 36](#_Toc374480610)

[2-16 ويژگيهاي خاص سرمايه‏گذاريهاي فناوري اطلاعات 37](#_Toc374480611)

[2-17 نواقص روشهاي سنتي براي ارزيابي ريسك سرمايه گذاري در فناوري اطلاعات 38](#_Toc374480612)

[2-18 فاکتورهای تعیین کننده ارزش اختيارات حقيقي در سرمایه گذاری IT 39](#_Toc374480613)

[2-19 الگوي اختيارات آشيانه اي: 39](#_Toc374480614)

[2-20 روش Real Options و تصميمات سرمايه‏گذاري IT: 39](#_Toc374480615)

[2-21 نقدها و دفاع ها ROT 40](#_Toc374480616)

[2-22 پيشينه تحقيق: 41](#_Toc374480617)

[2-23 گزينه هاي بکارگرفته شده براي هريک از ريسکهاي سرمايه‏گذاري IT در تحقيقات گذشته 46](#_Toc374480618)

[2-24 جمع بندي : 49](#_Toc374480619)

## 2-1- مقدمه

بيشتر سازمانها درباره چگونگي ارزيابي سرمايه‏گذاريهاي آتي فناوري اطلاعات و همين طور سيستم‌هاي اطلاعاتي موجود در سازمان دانش كافي ندارند. بيشتر اين نوع سرمايه‏گذاري ها در سازمانها براساس معيارهاي شخصي مديريت ارشد مانند الويت‌هاي فردي، فعاليت‌هاي رقابتي و غيره صورت مي‌گيرد (2001،Anderson). اين قضيه منجر به اين مي‌شود كه تعداد بسيار كمي از سازمان ها بالواقع داراي دانش عميقي در اين خصوص باشند كه از هزينه اي كه براي فناوري اطلاعات پرداخت مي‌كنند چه ارزشي بدست مي‌آورند. تحقيقات اخير نشان مي‌دهد كه حدود 20 درصد پروژه‌هاي فناوري اطلاعات قبل از تكميل فسخ مي‌شوند و كمتر از يك سوم آنها بموقع و با هزينه تخمين زده شده به طور موفق به پايان مي‌رسند (2006،Standish Group). آشكار است كه مديريت ريسك مؤثر براي جلوگيري از بوجود آمدن اين مشكلات كاملاً ضروري است. در واقع انعطاف‏پذيري يك فاكتور موفقيت بحراني[[1]](#footnote-1) در توسعه سيستم‌هاي اطلاعاتي است(1991، Evans) چراكه مديريت ارشد را قادر مي‌سازد تا ابزار مقابله با ريسك را بنا به مقتضيات و شرايط ريسك طراحي نمايند و توسعه دهند (1995،Avison et al). به اين ترتيب بود كهROT عملاً براي توجيه چند پروژه حوزه فناوري اطلاعات همراه با ريسك استفاده شد. روش اختيارات حقيقي به مديران IT اجازه مي‏دهد تا از عواقب ريسك آگاه باشند، در حالت بروز اتفاقات نامطلوب با آن مقابله و در صورت مساعد بودن شرايط به نحو احسن از آن موقعيت استفاده كنند، بهترين گزينه سرمايه‏گذاري استراتژيك را انتخاب و آن را براي مديريت ارشد و سهامداران مالي توجيه كنند(2002،Kumar). تاكيد خاص اين پژوهش بر روي انعطافهايي است كه مديريت مي تواند در سرمايه‏گذاري هاي فناوري اطلاعات در شرايط ريسك داشته باشد. اختيارات حقيقي بايد به طور فعال برحسب ريسکهاي خاص هر سرمايه‏گذاري بکار گرفته شوند.

## 2-2- نظريه­ي اختيارات مالي

اختيارات مالي، همان ابزارهاي مالي هستند كه به عنوان ابزارهاي كاهش ريسك در بازارهاي مالي ارائه و دادوستد مي­شوند. از مهمترين و ابتدايي­ترين اختيارات مالي، اختيارهاي فروش (put) و خريد (call) هستند كه بسته به نوع زمان عملي كردن آن­ها، به دو نوع آمريكايي و اروپايي تقسيم مي­شوند. يك اختيار اروپايي تنها در زمان سررسيد قابل عملي كردن است و يك اختيار آمريكايي در هر زماني قبل از زمان سررسيد قابل عملي كردن است. اختيار فروش (put option) به معناي قراردادي است كه در آن به امضاء كننده و يا خريدار آن اين حق را مي­دهد كه در آينده سهام مربوطه را در آينده، در(و يا حداكثر تا)زماني معين، به قيمتي كه در قرارداد ذكر شده است، بفروش برساند. اختيار خريد (call option) به معناي قراردادي است كه به امضاء كننده و يا خريدار آن اين حق را مي­دهد كه سهام مشخصي را در آينده، در (و يا حداكثر تا) زماني معين، به قيمتي كه در قرارداد ذكر شده است، خريداري نمايد.

بنابراين 4 نوع اختيار بر حسب اروپايي و آمريكايي بودن و نوع خريد يا فروش بودن به وجود مي­آيد كه به صورت جدول زير تعريف مي­شوند.

جدول2-1 چهار نوع اختیار مالی پایه)2002،Andersen).

|  |  |
| --- | --- |
| اختيار اروپايي | اختيار آمريكايي |
| يك اختيار اروپايي تنها در زمان سررسيد قابل عملي كردن است. | يك اختيار آمريكايي در هر زماني قبل از زمان سررسيد قابل عملي كردن است. |
| European call | American Call |
| اختيار خريد يك دارايي در زمان سررسيد. | اختيار خريد يك دارايي در هر زماني بين امروز تا زمان سررسيد. |
| European Put | American Put |
| اختيار فروش يك دارايي در زمان سررسيد. | اختيار فروش يك دارايي در هر زماني بين امروز تا زمان سررسيد. |

پيشينه­ي نظريه­ي اختيارات بسيار قديمي است، به طوري كه در سال 1900، آقاي لوييس باچيلير[[2]](#footnote-2)، در تز دكتراي خود مباني اين نظريه را ارائه داد)2002 ،Andersen).

اولين و مهمترين روشي كه براي ارزش­گذاري اختيارات مالي پايه ارائه شد، روش معروف بلك و شولز[[3]](#footnote-3) است. اين روش، روش تحليلي است و منجر به فرمولي مي­شود كه به وسيله­ي آن، ارزش يك اختيار فروش و يا خريد اروپايي محاسبه مي­شود. اين روش در ادبيات نظريه­ي اختيارات بسيار مشهور است.

در ادامه­ي بحث برخي تعاريف پايه در نظريه­ي اختيارات مالي و رابطه­ي بلك و شولز ارائه مي­شوند كه در وارد شدن به نظريه­­ي اختيارات حقيقي، دانستن آن­ها ضروري است.

### 2-2-1- تعاريف: (1973،(Black& Scholes

* **اختيار[[4]](#footnote-4):** قراردادي است كه به دارنده آن نوعي اختيار معامله در يك دارايي مشخص را مي­دهد كه در آن قرارداد هيچ اجباري وجود ندارد.
* **اختيار خريد:** قراردادي است كه به دارنده­ي آن، اختيار خريد تعداد مشخصي از سهام با قيمتي از پيش تعيين شده كه حداكثر تا زماني از پيش تعيين شده اعتبار دارد را مي­دهد.
* **اختيار فروش:** قراردادي است كه به دارنده­ي آن، اختيار فروش تعداد مشخصي از سهام با قيمتي از پيش تعيين شده كه حداكثر تا زماني از پيش تعيين شده اعتبار دارد را مي­دهد.
* **قيمت علني كردن اختيار[[5]](#footnote-5):** قيمتي است كه در قرارداد اختيار قيد شده است و سهام در صورت عملي كردن اختيار با آن قيمت به فروش مي­رسد (همان قيمت از پيش تعيين شده).
* **قيمت اختيار[[6]](#footnote-6):** قيمت بازار قرارداد اختيار است كه در بازار اختيارات معامله مي­شود.
* **تاريخ انقضاء[[7]](#footnote-7):** تاريخي است كه قرارداد اختيار حداكثر تا آن روز اعتبار دارد و يا زمان عملي كردن اختيار در آن روز است.

2-3- تحليل اختيارات حقيقي

در تحليل RO تئوري اختيار معاملات مالي براي دارايي‌هاي غيرمالي توسعه داده شده است و روشي براي برقراري ارتباط بين امور مالي سازمان (غالباً كمي) و برنامه ريزي استراتژيك (غالباً كيفي) مي‌باشد. فاكتورهاي كمي را مي‌توان به صورت اعداد و رقم نشان داد، در حاليكه فاكتورهاي كيفي يا قابل سنجش نيستند و يا به صورت مبهم مي‌توان آنها را مورد سنجش قرار داد. در هر دو صورت فاكتورهاي انتخاب شده لزوماً فاكتورهاي درست و دقيقي نيستند. تصميم گيرندگان هم داده‌هاي كمي و هم داده‌هاي كيفي را در تصميماتشان دخالت مي‏دهند و RO مي‌تواند اين انواع داده ها كه با يكديگر سازگاري ندارند را در كنار هم قرار دهد تا تصوير كاملي را براي تصميم گيري فراهم آورد. يك اختيار حقيقي اجازه مي‌دهد تا تصميم‏گيرنده با رسيدن اطلاعات جديد در آينده در سرمايه‏گذاري تغييراتي را به وجود آورد. داراييهاي غيرمالي با داراييهاي مالي متفاوت هستند، زيرا دارايي‌هاي مالي ملموس هستند و طبق نظر ديكزيك وپينديك سرمايه‏گذاري‌هاي غير قابل تغيير مي‌باشند (1994،Dixit & Pindyck). جدول2-2 تفاوت‏هاي اختيارات معاملات مالي و اختیارات حقیقی را نشان مي‌دهد.

بيشتر سرمايه‏گذاريها به مثابه اختيار خريد يك سهام هستند كه در آن سرمايه گذار حق اعمال سرمايه‏گذاري را در قبال دريافت پروژه دارد. ارزش اين پروژه به طور تصادفي در نوسان است و بيشتر گزينه‌هاي سرمايه‏گذاري (يا فرصتهاي سرمايه‏گذاري) يك فرصت "حالا يا هرگز"[[8]](#footnote-8) نيستند. گاهي انتظار سرمايه‏گذاري نيز داراي ارزش است. تنها زماني Option (اختيار و نه اجبار) اعمال مي‌شود كه پروژه كاملاً سودآور باشد.

تصميم گيرندگان مي‌توانند انواع اختيارات را در اختيار داشته باشند تا قدرت انتخاب داشته باشند. همين‏طور مي‌توانند اين اختيارات را به صورت موازي يا متوالي در تصميم گيري استفاده كنند. گسترش، كاهش، پايان و تعويق گزينه‏هاي معمول در تصميم گيري هستند كه تصميم‏گيرنده مي‌تواند آنها را اجرا كند. اين تكنيك ارزشي را بدست مي‌دهد كه هيچيك از روش‌هاي NPV سنتي، [[9]](#footnote-9)IRR و يا تحليل نسبت BC[[10]](#footnote-10) ايجاد نمي‌كنند.

جدول2-2 تفاوت‌هاي اختيارات معاملات مالي و اختيارات حقيقي (2007،Rivey).

|  |  |
| --- | --- |
| **اختيار معاملات مالي** | **اختيارات حقيقي** |
| داراي دوره بلوغ كوتاه مدت معمولاً چند ماه | داراي دوره بلوغ طولاني معمولاً چند سال و يا حتي چند دهه |
| متغيرهاي اساسي كه ارزش آن را تعيين مي‌كنند قيمت سهام يا داراييهاي مالي هستند. تغييرپذيري با استفاده از سوابق قيمت‌هاي بازار قابل محاسبه هستند. | متغيرهاي اساسي جريانات نقدينگي آزاد هستند كه براساس رقابت، نياز و مديريت بدست مي‌آيند. در واقع تغييرپذيري يك حدس و گمان بدون وجود سوابق و داده‏هاي قيمت‏هاست. |
| ارزش اختيار را نمي‌توان با دستكاري در قيمت كالاها كنترل كرد. | ارزش استراتژيك اختيار را مي‌توان با تصميمات و انعطاف‏پذيري مديريت افزايش داد. |
| ارزش هر اختيار معمولاً ‌اندك است كه وقتي جمع مي‌شوند ميليون ها و ميلياردها مي‌شود. | در طي تنها يك اختيار و يك تصميم استراتژيك امكان دارد ميليون ها و ميلياردها دلار بدست آيد. |
| بيش از سه دهه است كه معامله مي‌شوند (اختيارات مالي براي اولين بار در بازار اختيار معاملات شيكاگو در سال 1973 معامله شدند.) | از سال 1990 استفاده از آنها در تصميمات در سازمان ها توسعه يافت. |
| استفاده از معادلات ديفرانسيل و شبيه سازي براي كاهش عدم قطعيت قابل محاسبه است. | با استفاده از معادلات و درخت‌هاي دو جمله اي همراه شبيه سازي متغيرهاي اساسي قابل محاسبه است. يا مي‌توان ارزش اختيار را از تفريق NPV سنتي و NPV فعال و انعطاف پذير بدست آورد. |
| اوراق قرضه و سهام با اطلاعات در مورد قيمت‏گذاري و قياس قابل فروش و معامله هستند. | طبيعتاً قابل فروش و معامله نيستند. |
| فرضيات و عملكرد مديريت در ارزش يابي تاثيري ندارند. | ارزش اختيارات حقيقي ناشي از تصميم گيري مديريت است. |

**2-3-**1- اختيارات حقيقي در مقابل اختيارات مالي

همانطور كه قبلا نيز گفته شد، نظريه­ي اختيارات حقيقي بر گرفته از نظريه­ي اختيارات مالي است. در حل مسائل اختيارات حقيقي از روش­هايي كه براي حل مسائل اختيارات مالي ارائه شده است استفاده مي­شود، بنابراين بايستي با ايجاد نوعي تناظر بين اختيارات حقيقي و اختيارات مالي، پارامترهاي مسائل اختيارات حقيقي را به پارامترهاي متناظر در اختيارات مالي تبدل كرد و از راه­حل­هاي مسائل اختيارات مالي براي ارزش­گذاري اختيارات حقيقي بهره جست. جدول زير برخي تناظرهاي موجود بين اختيارات مالي و اختيارات حقيقي را نشان مي­دهد.

جدول2-3 برقراري تناظر بين متغيرهاي نظريه­ي اختيارات مالي و نظريه­ي اختيارات حقيقي (2004،Dias).

|  |  |
| --- | --- |
| اختيارات مالي | اختيارات حقيقي |
| اختيار خريد سهام | اختيار سرمايه­گذاري |
| قيمت سهام | ارزش خالص فعلي پروژه |
| قيمت عملي كردن اختيار | ارزش خالص فعلي هزينه­هاي سرمايه­گذاري |
| تاريخ انقضاء | تاريخ انقضاء |
| نرخ بدون ريسك | نرخ بدون ريسك |
| واريانس قيمت سهام | واريانس ارزش پروژه |
| سود دوره­اي سهام | جريان نقدينگي پروژه |

**2-3-2- تفاوت روش اختيارات حقيقي با روش­هاي تحليل مالي سنتي**

در بيان ساختار نظري روش­هاي مبتني بر نظريه­ي اختيارات حقيقي، لازم است كه ابتدا تفاوت­هايي كه ما بين روش­هاي سنتي با روش­هاي مبتني بر اختيارات حقيقي وجود دارد، توضيح داده شود.

روش­هاي سنتي و شاخص­هايي كه در اين روش­ها مبناي تحليل­هاي سرمايه­گذاري قرار مي­گيرند داراي تعدادي مفروضات، نقطه­ي شروع تفاوت بنيادي روش­هاي سنتي با روش­هاي اختيارات حقيقي است.

در روش­هاي سنتي فرض مي­شود:

* نرخ تنزيل ارزش­هاي آتي برابر با نرخ ريسك ذاتي سرمايه­گذاري است.
* پروژه هيچ نوع انعطافي در مواجه با شرايط ناشناخته ندارد.
* نرخ تنزيل درآمدها و يا هزينه­هاي مطمئن، همان نرخ ريسك سرمايه­گذاري نامطمئن است.

مهمترين و پركاربرد ترين روش سنتي، روش DCF است. لازم به ذكر است در برخي متون از روشNPV در ناميدن روش DCF استفاده مي­شود و بهتر است براي جلوگيري از اشتباه، به جاي استفاده از كلمه­ي اختصاري NPV، در همه جا، از كلمه­ي اختصاري DCF در معرفي روش سنتيDCF استفاده كرد. در واقع NPV شاخصي است كه مفروضات ذكر شده در بالا هويت اين شاخص را تشكيل مي­دهند و بايد بين شاخص NPV و روش DCF تفاوت مفهومي قائل شد، چه بسا در روش­هاي اختيارات حقيقي نيز، شاخص NPV با مفروضات برگرفته از نظريه­ي اختيارات، همچنان معيار اصلي در تصميم­گيري است. از اين­جا به بعد براي بيان تفاوت­هاي روش­هاي سنتي و روش­هاي اختيارات حقيقي از روش DCF به عنوان نماينده­ي روش­هاي سنتي، استفاده مي­شود.

در روش DCF، آن­چه معيار تصميم­گيري در سرمايه­گذاري است، مقدار NPV است، كه مقدار مثبت آن به معناي مناسب بودن پروژه براي انجام سرمايه­گذاري است. در اين روش ارزش خالص فعلي جريان­هاي نقدي آتي مورد انتظار پروژه محاسبه مي­شود. تبديل كردن ارزش­هاي آتي به ارزش فعلي با نرخ تنزيلي مناسب صورت مي­گيرد كه اين نرخ تنزيل به نرخ ريسك تعديل شده موسوم است. اين نرخ، به نحوي در نظر گرفته مي­شود كه در آن ريسك ناشي از ذات پروژه­ي سرمايه­گذاري انعكاس يابد و در نهايت در تحليل­ها اعمال شود. هرچه ريسك سرمايه­گذاري پروژه، ‌از نگاه سرمايه­گذاران بيشتر باشد، نرخ ريسك – تعديل شده كه در تنزيل مقادير آتي و تبديل آن­ها به ارزش حال استفاده مي­شود، بزرگتر است.

### 2-4- انواع اختيارات:

اختيارات را مي توان به دو دسته ي اختيارات ساده و اختيارات مركب طبقه بندي كرد:

### 2-4-1- اختيارات ساده

اختيار گسترش، كوچك سازي، تعويق و تعطيلي، نمونه اي از اختيارات ساده مي باشند. اغلب اين اختيارات از نوع آمريكايي هستند چرا كه اين اختيارات در موعد سررسيد و يا در هر زمان قبل تر از آن قابل اجرا مي باشند. اختيار خريد به شما اين حق را مي دهد كه در پروژه سرمايه گذاري كنيد. اين در حالي است كه اختيارات فروش به شما اجازه مي دهد تا دارايي پروژه را به فروش برسانيد.

**1. اختيار تعطيلي**

اختيار تعطيلي در هر پروژه اي وجود داشته و ويژگي هاي يك اختيار فروش را دارد. تصميم مشروط در اين اختيار تعطيلي پروژه است، در صورتي كه بازده مورد انتظار پروژه پايين تر از ارزش فروش آن باشد، مي توان تعطيلي را اعمال كرد. به عبارت ديگر تصميم مشروط در اين اختيار، تعطيلي پروژه است. بررسي اين اختيار زماني كه ارزش خالص فعلي ناچيز بوده ولي احتمال زيادي براي زيان وجود دارد، ارزشمند خواهد بود (1996،Samis&Poulin).

**2. اختيار گسترش**

اختيار گسترش به ويژه براي پروژه هاي بلند مدت ارزش قابل توجهي را مي تواند در پي داشته باشد. پروژه با عدم قطعيت بالا ممكن است در ابتدا ارزش خالص فعلي ناچيز و حتي منفي داشته باشد، اما به جهت پتانسيل بالاي رشد در آينده ارزش سرمايه گذاري را در زمان حال داشته باشد. بررسي اختيار گسترش در پروژه هايي با رشد بالا به خصوص زماني كه اقتصادي رو به شكوفايي است، بسيار معمول است. هزينه اعمال اختيار براي گسترش پروژه ميزان سرمايه گذاري شركت براي اجراي اختيار يعني گسترش پروژه مي باشد. اين اختيار در صورتي اعمال مي شود كه بازدهي مورد انتظار از گسترش پروژه بيش تر از هزينه اجراي آن باشد. اختيار گسترش يكي از اختيارهاي خريد است(1996،Samis&Poulin).

**3. اختيارات كوچك سازي**

اختيار براي كوچك سازي در بازار رقابتي امروز بسيار مرسوم است. اين اختيار در جايي ارزش دارد كه متناسب با تغيير شرايط بازار، نيازمند كاهش سريع مقياس توليد خود باشند. سازمان ها با به كارگيري استراتژي كوچك سازي مي توانند خود رادر برابر شرايط نا مساعد بازار مصون كنند. اختيار براي كوچك سازي ويژگي هاي يك اختيار فروش را دارد، چرا كه ارزش اختياربا كاهش ارزش بازده دارايي افزايش مي يابد(1996،Samis&Poulin).

**4. اختيار انتخاب**

اختيار انتخاب از چند اختيار مجزا كه با يكديگر تركيب شده اند، تشكيل مي شود. اختيارات تركيب شده مي تواند اختيارهاي تعطيلي، گسترش و كوچك سازي را شامل مي شود. دليلي كه اين اختيار، اختيار انتخاب خوانده مي شود اين است كه مديريت مي تواند ضمن حفظ اختيار، پروژه را با روال قبلي ادامه داده با يكي از اختيارات تعطيلي، گسترش و يا كوچك سازي را براي اجرا انتخاب كند. مهمترين مزيت اين اختيار، حق انتخاب بين چند گزينه است. اختيار انتخاب يك اختيار منحصر به فرد است چرا كه بسته به انتخابي كه صورت مي گيرد. مي تواند يك اختيار فروش يا يك اختيار خريد باشد. مثلاً اگر اختيار تعطيلي يا كوچك سازي انتخاب شود، اختيار انتخاب يك اختيار فروش و اگر اختيار گسترش انتخاب شود، اختيار يك اختيار خريد خواهد بود (1996، Samis&Poulin).

**5. اختيار انتظار**

اختيار انتظار يا تعويق، معمولاً در هر پروژه اي وجود دارد. اين اختيار عموماً يك استراتژي آموزشي منفعل را بازنمايي مي كند. يك شركت ممكن است تصميم گيري درباره ي سرمايه گذاري در پروژه اي را كه درحال حاضر ارزش خالص فعلي منفي يا حاشيه اي نشان مي دهد، ولي باتوجه به عدم قطعيت موجود، ممكن است در آينده ارزش پيدا كند، به تعويق بياندازد. هدف از انتظار و به تعويق انداختن تصميم گيري، روشن شدن عدم قطعيت در طول زمان است. اختيار تعويق در پروژه هايي ارزشمند است كه صاحبان آن داراي تكنولوژي انحصاري آن پروژه بوده ولي به دليل عدم قطعيت حاكم بر بازار شرايط را براي سرمايه گذاري مساعد نمي بيند. اين شركت ها به جهت برخورداري از حق انحصاري نگران ورود رقبا نبوده و از اين منظر متضرر نمي شوند(1996،Samis&Poulin).

**6. اختيار رنگين كماني**

اغلب اختيارات با تنها يك شاخص عدم قطعيت كه معمولاً عامل اصلي موثر بر تغيير پذيري است مواجه هستند. تغيير پذيري در واقع به عنوان پارامتري متراكم از همه عدم قطعيت هاي پروژه در نظر گرفته مي شود. اگر بيش از يك منبع عدم قطعيت براي ارزش اختيارات تاثير تعيين كننده داشته باشد، يا تصميمات مديريتي، لحاظ كردن برخي از منابع عدم قطعيت را به صورت مستقل ضروري بداند، مي توان منابع چندگانه عدم قطعيت را در محاسبات وارد كرد. اين كار به محاسبه بيش از يك ضريب تغيير پذيري منجر خواهد شد، كه در محاسبات بازده مورد انتظار پروژه هر كدام از اين ضرايب نقش خود را متناسب با وزن خود ايفا خواهند كرد(1996، Samis&Poulin).

### 2-4-2- اختيارات مركب

اختيارات مركب در بسياري از پروژه هاي چند مرحله اي كه شروع يك مرحله از پروژه منوط به اتمام موفقيت آميز مرحله قبلي است، معمول مي باشد. در پايان هر مرحله از اين پروژه اين اختيار وجود دارد كه پروژه وارد مرحله بعدي شده و موفق شود و يا ادامه آن به زمان ديگري موكول شود. در پروژه هاي چند مرحله اي كه اختيار مركب آنها بررسي مي شود، هر مرحله از پروژه به اختياري تبديل مي شود كه اجزاي آن منوط به اعمال اختيارات مرحله پيشين است. در واقع ارزش اختيار مركب بر خلاف اختيارهاي ديگر به ارزش دارايي بستگي نداشته، بلكه تابعي از ارزش اختيارات پيشين است (1996،Samis&Poulin).

در پروژه هاي چند مرحله اي ممكن است همه مراحل به صورت زنجير وار و يكي پس از ديگري انجام شود يا برخي از مراحل به صورت موازي و همزمان صورت پذيرند، اختيار مركب مرتب با نوع اول اختيار مركب زنجير وار يا سري و اختيار مركب مرتب با نوع دوم اختيار مركب موازي خوانده مي شود. اختيار مركب در صورتي كه شامل تحليل عدم قطعيت بازار يا عدم قطعيت داخلي باشد اختيار آموزشي خوانده مي شود. براي مثال ساخت خط توليد نيمه صنعتي كه براي حل مسئله عدم قطعيت فن آورانه (عدم قطعيت عادي) به عنوان اختيار اول يك اختيار مركب زنجيروار، كه نهايتاً منجر به پياده سازي توليد نهايي مي شود، يك اختيار آموزشي تلقي مي شود(2006 Kodukula& Papudesu,).

همين طور، يك آزمايش بازار ابتدايي كه براي آشكار سازي عدم قطعيت بازار انجام مي گيرد نيز يك اختيار آموزشي خوانده مي شود. در اين مورد، آزمايش بازار اولين، و پياده سازي توليد دومين اختيار زنجيروار محسوب مي شوند. سازمان ها و شركت ها غالباً براي بهره مندي از اختيارهاي مركب موجود در پروژه هاي بزرگ، سرمايه گذاري هاي كامل را قبل از انجام مطالعه بازار انجام نمي دهند. اين مرحله مقدماتي از پروژه به عنوان اختيارهاي ماقبل براي مراحل بعدي پروژه مورد استفاده قرار مي گيرد. براي مثال پروژه توليد دارو قبل از اتمام كار مهندسي و طراحي، قادر به اجراي واحد شيميايي نخواهد بود و براي اجراي اين كارها نيز بعضاًًًًًًَ نياز مند كسب مجوزهاي مورد نياز خواهد بود. بر اساس اين ايده، بايد عدم قطعيت را به منظور شفاف سازي در طول مراحل پروژه مورد توجه قرار داده و هر يك از مراحل برا ادامه يا توقف تصميم گيري كرد.

## 2-5- روش هاي ارزش گذاري اختيارات حقيقي

براي ارزش گذاري اختيارات حقيقي روش ها ي زيادي وجود دارد. اين روش ها از تغيير پذيري ارزش داريي(S0 ) براي تعيين ارزش اختيار استفاده مي كنند. در بسياري از موارد، اين دارايي ها كالاهاي تجاري مي با شند. در اين بخش انواع روش هاي ارزش گذاري اختيارات حقيقي ومرسوم ترين مدل ها توضيح داده مي شود. روش هاي ارزش گذاري را مي توان در سه گروه مجزا طبقه بندي كرد(1998،Salahor).

* **روش معادله ديفرانسيل با مشتقات جزيي**

اين روش بر فنون رياضي مبتني است. معادله بلك شولز از اين دسته روش ها مي باشد. در ادامه به تفصيل در مورد اين روش ارزش گذاري توضيح داده خواهد شد.

* **روش برنامه ريزي پويا**

اين روش ارزش هاي ممكن براي دارايي هاي مذكور را، در طول عمر اختيار تعميم مي دهد. سپس در مرحله نهايي استراتژي بهينه را جستجو نموده و ارزش استراتژي بهينه را در يك روش بازگشتي به زمان صفر تنزيل مي كند. اين روش برنامه ريزي پويا از اين نظر كه به صورت بصري جابجايي هاي اموال غير منقول و نيز ارزش هاي اختيارات حقيقي را نشان مي دهد بسيار مفيد و كاربردي بوده و اين ويژگي استفاده از اختيارات حقيقي را براي كاربران آسان تر مي كند. به علاوه اين روش مي تواند با اختيارات حقيقي پيچيده تري سرو كار داشته باشد (1998،Salahor).

* **روش شبيه سازي**

روش شبيه سازي بر ارزش گذاري دارايي ها در هزاران حالت ممكن زماني از حال تا زمان انقضاء اختيارات مبتني مي باشد. از روش شبيه سازي مي توان براي ارزش گذاري اختيارات حقيقي پيچيده تر نيز استفاده كرد. مرسوم ترين روش شبيه سازي مورد استفاده، شبيه سازي مونت كارلو مي باشد(1998،Salahor).

### 2-5-1- مرسوم ترين مدل هاي ارزش گذاري اختيارات حقيقي

هر كدام از روش هاي فوق، مدل ها محاسبه زيادي دارند. سه مدل مرسوم ارزش گذاري اختيارات حقيقي از ميان راه حل هاي ارائه شده در بالا عبارت از بلك- شولز مدل توزيع دو جمله اي و روش شبيه سازي مونت كارلو مي باشد، كه در ادامه توضيح داده مي شود.

2-5-1-1- معادله Black–Scholes

فرمول بلك و شولز در سال 1973 توسط، فيشر بلك[[11]](#footnote-11)، مايرون شولز[[12]](#footnote-12) و روبرت مرتون[[13]](#footnote-13) ارائه شد، بعدها در سال 1997 به اهميت و تأثير اين فرمول در پيشرفت نظريه­ي اختيارات پي برده شد و جايزه نوبل اقتصاد، در حالي كه شولز درسال 1995 از دنيا رفته بود به آن تعلق گرفت. در واقع مهمترين و تأثيرگذارترين رابطه در نظريه­ي اختيارات مالي، فرمول بلك و شولز است كه به طور پايه در محاسبه ارزش اختيارات ساده­اي مانند اختيار خريد و فروش اروپايي تا تخمين اوليه­ي اختيارات پيچيده­ي چند اختياره به كار مي­رود.

از اواسط دهه 1960 متخصصان در صدد رفع يکي از بزرگترين مسائل و نقصهاي روشهاي سنتي ارزيابي سرمايه‏گذاري مانند روش جريان نقدينگي تنزيل يافته (DCF) بودند. مشکل و کاستي اصلي اين روشها محدوديت آنها در ارزش يابي عايدي‌هاي نامعلوم[[14]](#footnote-14) حاصل از تصميمات احتمالي در سرمايه‏گذاري بود که تصميمات مديريت مي‌توانست در نتيجه سرمايه‏گذاري موثر باشد. براي مثال يکي از گزينه‏هاي سرمايه‏گذاري مي‌تواند “توقف سرمايه‏گذاري” باشد. اگر اين گزينه (اختياري) اعمال شود، سازمان ديگر بر روي آن پروژه هزينه صرف نخواهد كرد و در نتيجه ديگر ريسکي وجود نخواهد داشت. اگر اين گزينه به کار گرفته نشود، ريسک انجام پروژه و هزينه لازم براي اين سرمايه‏گذاري وجود خواهد داشت. روش DCF قادر نيست عدم قطعيت اين جريانات نقدينگي را محاسبه و به زمان حال تنزيل نمايد.

براي حل مشکل اين روشها، بلک و شولز در سال 1973 يک سري معادلات ديفرانسيل جزئي براي محاسبه رابطه بين ارزش اختيار و ارزش سهام بدست آوردند. اين معادلات ديفرانسيل جزئي تحت عنوان فرمول بلک و شولز مطرح هستند. اين معادلات پايه ارزش‏يابي گزينه‌هاي سرمايه‏گذاري هستند. بلک و شولز نشان دادند که براي ارزش‏يابي خريد يک سهام، داشتن تخميني منطقي از متغيرهاي زير لازم و کافي هستند:

ارزش فعلي سهام (P)،

زمان اعمال اختيار(t)،

نرخ واريانس ارزش سهام  ،

ارزش اعمال اختيار (قيمت توافقي) [[15]](#footnote-15) (x)،

و

نرخ برگشت بدون ريسک (r)

جدول 2-4 فرمول بلک و شولز براي تشخيص ارزش يک اختيار خريد را نشان مي‏دهد.

|  |
| --- |
| **معادله بلك و شولز** |
|  |
| كه در آن:  X: هزينه اعمال گزينه  P: ارزش فعلي سهام  N(D): تابع احتمالي تجمعي نرمال  t: زمان اعمال گزينه  : واريانس نرخ برگشت سهام طي مدن زمان t  فرضيات:  نرخ برگشت بدون ريسك ثابت و معلوم است.  واريانس معلوم و ثابت است.  دارايي اصلي سود سهام پرداخت نمي‌كند.  اختيارات اروپايي هستند (تنها در زمان توافقي قابل اجرا هستند).  قيمت توافقي معلوم و ثابت است.  بازارها كامل هستند و سازمان داراي ريسك پذيري خنثي است. |

فرمول بلک و شولز پايه اي براي محاسبه ارزش انعطافهاي مديريت تصميمات پروژه‌هاي فناوري اطلاعات است. پارامتر اصلي مدل بلک و شولز نوسان پذيري (σ) است. براي پروژه‌هاي IT مقدار نوسان‏پذيري ريسک انجام پروژه را به صورت کمي اعمال مي‌کند. چالش مدلهاي ارزش‏يابي Real Options محاسبه دقيق نوسان پذيري در يک پروژه است.

**2-5-1-1-1- ارزش‏گذاري خنثي نسبت به ريسك و بلك- شولز**

يكي از فرضيات مهم در ارزش گذاري بلك و شولز "ارزش گذاري خنثي نسبت به ريسك" مي‌باشد. به عبارت ديگر ارزش گذاري اختيارات مبتني بر اين فرض است كه سرمايه‏گذاران نسبت به ريسك بي‏تفاوت و خنثي هستند.

بايد توجه داشت كه اصل فوق بيان نمي‏كند كه سرمايه گذاران بي تفاوت به ريسك هستند، آنچه كه اين اصل مي‌گويد اين است كه اختيار معامله را با اين فرض ميتوان ارزش‏گذاري كرد كه سرمايه گذاران نسبت به ريسك بي تفاوتند. به بيان دقيق‏تر، ترجيحات مربوط به ريسك سرمايه گذاران در ارزش اختيار معامله كه به صورت تابعي از قيمت دارايي پايه است، تأثيري ندارد.

فرض ارزش گذاري بي تفاوت به ريسك، يك ابزار قوي براي بدست آوردن قيمت اختيارات است. زيرا زماني كه از جهان بي تفاوت نسبت به ريسك به دنياي ريسك گريزي وارد مي‌شويم، دو نتيجه مهم بدست مي‌آيد: )2002،Hull)

1. نرخبازدهموردانتظاراوراقبهادارمساوينرخبهرهبدونريسك مي‌شود

2. نرخمناسبتنزيلبكاربردهشدهجهتهرگونهپرداختيدرآيندهمعادلنرخ بهرهبدونريسك مي‌شود

**2-5-1-2-** مزايا و محدوديت‌هاي بلك- شولز

* **مزايا:**

معادله بلك- شولز ارزيابي ارزش option را به صورت ارزيابي ارزش يك دارايي اصلي و با استفاده از نوسان پذيري ارزش آن و نرخ بازگشت بدون ريسك انجام مي‌دهد. مدل بلك- شولز يك راه حل خوب و تك معادله‏اي است. اين رابطه براي اختيارات حقيقي ساده مناسب است كه داراي يك منبع عدم قطعيت و نامعلومي هستند و تاريخ ثابتي براي سرمايه گذاري دارند (1999،Amram & Kulatilaka). بزرگترين امتياز مدل بلك- شولز سرعت آن است. با استفاده از اين روش مي‏توان محاسبات زيادي را در زمان نسبتاً كمي انجام داد.

* **محدوديت‏ها:**

بعضي از فرضيات اين فرمول دامنه کاربرد آن در پروژه‌هاي IT را محدود مي‌کند. وقتي ترکيبي از چند Option در فازهاي مختلف اجراي يک پروژه بکار گرفته مي شوند و ارزش بعضي Option ها بر ارزش بقيه Option ها در فازهاي بعدي اجراي پروژه اثر مي‌گذارد، اين فرمول نمي‌تواند اين موارد را در ارزش يابي سرمايه‏گذاري اعمال و محاسبه کند. محدوديت ديگر اين روش آن است که اين فرمول يک قيمت توافقي ثابت را در طي محاسبات در نظر مي‏گيرد، درحاليکه هزينه‏هاي پروژه‌هاي IT مي‌تواند تغيير کند (2006،Munoz).

2-5-1-3- معادله Black – Scholes اصلاح شده

براي حل محدوديت ها و مسائل اين فرمول، محققان اصلاحاتي را در كار اوليه بلك و شولز انجام دادند. مارگريب در سال 1978 مدلي را ارائه داد كه اين مدل ارزشOption هاي مختلف را مورد مقايسه قرار مي‏داد. براي پروژه‌هاي سيستم‌هاي اطلاعاتي استراتژيك [[16]](#footnote-16)(SIT) كه شامل هزينه و منافع ريسكي هستند، مدل مارگريب تخمين دقيق تري از ارزش اختيارات سرمايه‏گذاري در پروژه‌هاي سيستم‌هاي اطلاعاتي استراتژيك فراهم مي‌آورد (1994،Dos Santos). دس سنتس[[17]](#footnote-17) نيز محقق ديگري است كه نسخه جديدي از مدل مارگريب را براي تعيين ارزش هزينه كردن بر روي پروژه‌هاي استراتژيك IT در شرايط ريسكي براي به دست آمدن منافع ريسكي ابداع كرده است.

جدول2-5 معادله Black-Scholes اصلاح شده(1994، Dos Santos).

|  |
| --- |
| معادله Black-Scholes دي سنتس |
|  |
| كه در آن:  B: ارزش فعلي منافع پيش‏بيني شده در پروژه  C: ارزش فعلي هزينه‏هاي پيش‏بيني شده در پروژه  : تابع احتمالي تجمعي نرمال براي  : واريانس نسبت B/C  : واريانس نرخ تغييرات منافع پروژه  : واريانس نرخ تغييرات هزينه‏هاي پروژه  : همبستگي بين هزينه‏هاي اعمال شده و منافع  t: مدت زمان اجراي پروژه |

2-5-2- روش دوجمله‏اي

براي مقابله با چند منبع ريسك همزمان يا تركيبي از Option ها، روشهاي مبتني بر درخت دوجمله اي و شبيه سازي مونت كارلو براي ارزش يابي Optionها توسعه يافتند.

كاكس[[18]](#footnote-18)، راس[[19]](#footnote-19) و رابينستين[[20]](#footnote-20) در سال 1979 متدي جايگزين براي ارزش يابي اختيارات با استفاده از ديدگاه دو جمله اي و در هر بازه زماني مشخص ابداع كردند. در اين مدل ارزش دارايي اصلي تحت شرايط ريسكي (V) در بازه‌هاي زماني مختلف و به صورت توزيع دو جمله اي چندگانه محاسبه مي‌شود (شكل 2-1). زمان اين ارزش يابي از زمان صفر0t شروع مي‌شود. در يك بازه زماني Δt، V ممكن است به احتمال P زياد شود و به uV افزايش يابد (u>1) و يا اينكه به احتمال q=1-p كم شود و به مقدار dV برسد (d<1). فرض مي‌شود d<1+r<u و r نرخ برگشت بدون ريسك است.



شكل 2-1 درخت دوجمله اي چند گانه

طبق فرضيات توزيع دوجمله اي بالا و پايين رفتن ارزش از توابع زير پيروي مي‌كنند:

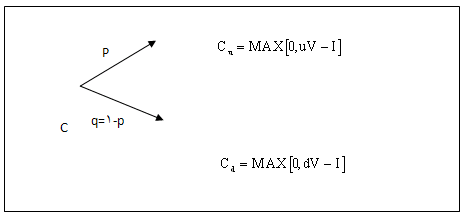


n برابر تعداد گامهاي درخت دوجمله اي وσ نوسان پذيري است كه تحت عنوان انحراف معيار استاندارد تابع توزيع لوگ نرمال برگشت سرمايه پيوسته پروژه مطرح مي‌شود.

ارزش نهايي اختيار خريد C در شرايط بالا و پايين رفتن ارزش از رابطه Cu = max [0,uV-I] يا Cd = max[0,dV-I] به دست مي‌آيد. I مقدار سرمايه‏گذاري لازم براي اعمال Option است. اگر P را به صورت P= تعريف كنيم، ارزش اختيار خريد C در زمان t=0 به صورت شكل 2-2 محاسبه مي‏شود.

معادله اختيار خريد دوجمله اي، ارزش Option را در حالت‌هاي مختلف تصميم گيري مديريت محاسبه مي‌كند. درخت‌هاي دوجمله اي را مي‌توان به صورت چندگانه و در بازه‌هاي زماني مختلف Δt توسعه داد. به صورت الگوريتمي بايستي از انتهاي درخت (درزمان Δt\*n) شروع كرد و به صورت عقبگرد ارزش Option در هر گروه قبلي را محاسبه كرد.

وقتي از مدل دوجمله اي براي محاسبه ارزش يك اختيار خريد بر روي يك سهام استفاده مي‌شود، زمان بلوغ اين اختيار به فواصل زماني كوچك Δt تقسيم مي‌شود. هر چه تعداد اين فواصل زماني زياد شود و به سمت بينهايت ميل كند، مدل دوجمله اي چند گانه به توزيع احتمال لوگ نرمال برگشت سرمايه نزديكتر مي‏شود. به عبارت ديگر مدل دوجمله اي را مي‌توان مانند فرمول بلك شولز پيوسته اي دانست كه در آن Δt به سمت صفر ميل مي‌كند .(Δt→0)



شكل2-2 معادله اختيار خريد دوجمله اي

*=C=*

#### 2-5-2-1- مزايا و محدوديت‌هاي مدل دوجمله اي

* **مزايا:**

مزيت اصلي مدلهاي دوجمله‏اي بر مدل بلك- شولز اين است كه بازه‌هاي زماني مختلف را مي‌تواند در محاسبات اعمال كند (براي اختيارات آمريكايي كاربرد دارند) و در هر زمان از چرخه عمر پروژه مي‏توان ارزش گزينه‌هاي مختلف را بدست آورد.

* **محدوديت‏ها:**

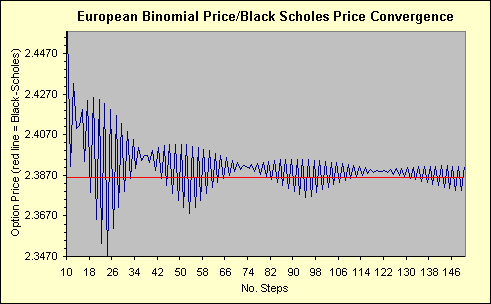
عيب اصلي اين روش سرعت نسبتاً كم آن است و اينكه نمي‌تواند ارزش گذاري را در بازه‌هاي زماني زياد در مدت كوتاهي انجام دهد.

#### 2-5-2-2- همگرايي بين مدل Black-Scholes و روش دوجمله‏اي

در سال 1979 كاكس، راس و رابينستين اثبات كردند كه زماني كه تعداد پريودهاي زماني به سمت بينهايت ميل كند و فواصل زماني بينهايت كوچك شود، مدل دوجمله‏اي به سمت مدل بلك و شولز همگرا مي‏شود( 2003،Chance).

مباني و فرضيات قيمت گذاري سهام در هر دو روش Black-Scholes و درخت دوجمله‏اي كاكس، راس و رابينستين يكي است: قيمت گذاري سهام در هر دو از فرآيند تصادفي و حركت براوني تبعيت مي‏كند. به همين علت براي اختيارهاي اروپايي، مدل دوجمله اي زماني كه تعداد دوره‏هاي زماني زياد مي‏شود به سمت مدل بلك و شولز همگرايي دارد. در واقع مدل بلك و شولز براي اختيارهاي اروپايي حالت خاصي از مدل دوجمله اي است كه در آن تعداد گامها به سمت بينهايت ميل مي‌كند. به عبارت ديگر مدل دوجمله اي تقريبي از مدل پيوسته بلك و شولز در بازه‌هاي زماني جدا و منفصل است.

شكل 2-3 همگرايي بين اين دو مدل را نشان مي‌دهد. مطابق اين شكل هرچه تعداد گامهاي مدل دوجمله اي بيشتر مي‌شود، همگرايي بين دو مدل نيز بيشتر مي‌شود.



شكل 2-3 همگرايي بين مدل بلك- شولز و درخت دوجمله اي

* تحليل مقايسه اي بين مدل دوجمله اي و مدل بلك- شولز

دراينجا قصد داريم مقايسه اي بين اين دو روش داشته باشيم. براي مثال يكي از نقاط قوت اصلي مدل بلك- شولز سادگي در محاسبات آن است كه اين منجر مي‌شود تا تحليل حساسيت با استفاده از مشتقات جزئي راحت‏تر صورت گيرد. گرچه به نظر مي‌رسد مدل Black-Scholes داراي فرضيات محدودكننده اي (در مورد توزيع V و موقعيت سرمايه گذار در برابر ريسك) است.

ولي اثبات شده است كه پايه منطقي براي سرمايه گذاري فناوري اطلاعات است. (Benaroch and Kauffman, 1999)

جدول مقايسه اي بين دو روش بلك- شولز و مدل دوجمله اي دارد.

جدول2-6 تحليل مقايسه اي بين دو روش دوجمله اي و بلك- شولز

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **مدل بلك- شولز** | **مدل دوجمله‏اي** |
| **فرضيات** | | |
| V (ارزش داراييهاي اصلي) | داراي توزيع لگ نرمال | داراي توزيع دوجمله اي |
| σ (نوسان پذيري V) | ثابت | ثابت |
| X (هزينه اجرايي كردن گزينه واقعي) | مشخص | مشخص |
| r (نرخ بهره) | ثابت | ثابت |
| T (زمان اجراي گزينه واقعي) | كوتاه | بدون محدوديت |
| وجود بازار براي V | V مورد معامله قرار مي‌گيرد و هيچ فرصت آربيتراژي وجود ندارد. | V مورد معامله قرار مي‌گيرد و هيچ فرصت آربيتراژي وجود ندارد. |
| مشخصات | | |
| روش حل | فرمول تحليلي بسته[[21]](#footnote-21) | شبيه سازي عددي[[22]](#footnote-22) |

2-5-3- شبيه سازي مونت كارلو[[23]](#footnote-23)

در سال 1977 فليم بويل[[24]](#footnote-24) روش شبيه سازي مونت كارلو را براي تخمين ارزش اختيارات در زمان اعمال آنها به كار برد. به وسيله روش مونت كارلو هزاران شبيه سازي توزيع ارزش داراييها در آينده را ايجاد مي‌كند و از اين توزيع احتمال ارزش انتظاري سهام در زمان سررسيد قابل محاسبه است. هر چه تعداد اين شبيه سازيها بيشتر باشد، دقت در نتيجه بيشتر خواهد بود.

روش مونت كارلو مساله Real Options را به صورت شبيه سازي عوامل پوياي مساله حل مي‌كند. در كابردهاي شبيه سازي مونت كارلو در تكنيك Real Options متغيرهايي مانند نرخ بهره، ارزش داراييها و نرخ تنزيل در يك محدودة مشخص يا تخمين زده شده تعريف مي‌شوند، ولي داراي ارزش قطعي در يك زمان مشخص نيستند. ارزشهاي احتمالي نيز با يك توزيع احتمال نرمال يا لوگ نرمال تعريف مي‌شوند. در يك سناريوي شبيه سازي مشخص براي هر متغير ارزش استفاده از آن به طور تصادفي در محدودة احتمالات تعريف شده انتخاب مي‌شود. شبيه سازي مونت كارلو سناريوهاي متعددي را محاسبه مي‌كند. نتيجه هر سناريو يك پيش بيني است (براي مثال منفعت خالص يا هزينه ناخالص).

در صورت استفاده از روش Real Options، شبيه سازي مونت كارلو با استفاده از يك قاعده براي تصميم گيري منابع مختلف عدم قطعيت كه ارزش اختيارات مختلف در تصميمات مديريتي را تحت تأثير قرار مي‌دهند را شبيه سازي مي‌كند.

اين روش براي خيلي از مسائل ارزيابي بسيار مفيد است، ولي داراي بعضي محدوديتها مي‌باشد (فرسوم،1996): در اين روش داده‌هاي زيادي به كار برده مي‏شود، شبيه سازي به طور كلي نيازمند وجود داده‌هاي تجربي يا فرضيات منطقي است. در غير اين صورت منتج به نتايج نادرست و اشتباه مي‌گردد.

به منظور استفاده از شبيه سازي مونت كارلو در ارزش يابي پروژه‌هاي IT اين نكته بسيار حائز اهميت است كه توزيع منتخب براي تحليل داراي يك توجيه تجربي باشد و بستگي ميان متغيرها به صورت مناسب مدلسازي شود. براي راحتي محاسبات ضروري است كه از فرضيات بدون توجيه اجتناب گردد( وانگ، 2003).

يكي از مزاياي مدل شبيه سازي آن است كه مي‌تواند پاسخگوي تحليل اختيارات وابسته به مسير باشد كه در آنها ارزش اختيارات نه تنها به ارزش آن اختيار خاص بلكه به مسير خاصي كه به آن اختيار منجر شده است نيز وابسته است.

با توسعه سريع فناوريهاي سخت افزاري و نرم افزاري، مدل شبيه سازي بيش از پيش كارآمدتر و آسان‏تر شده است. يك دستگاه رايانه نوت‏بوك معمولي قادر به انجام هزاران تكرار از شبيه‏سازي در يك ثانيه است و برنامه‏هاي نرم افزاري جديدي مانند كريستال بال اين امكان را فراهم نموده‌اند كه هر فردي بتواند از روش شبيه سازي استفاده كند.

جدول2-7 مقايسه ي كارايي روش هاي حل مسائل اختيارات در برخورد با شرايط مختلف مسئله

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| nمتغير حالت | دو متغير حالت | يك متغير حالت | مسائل چند اختياره | اختيارات آمريكايي | اختيارات اروپايي |  |
| غير كارا | غير كارا | تا حدي كارا | غير كارا | غير كارا | كارا | فرمول بلك و شولز |
| غير كارا | تا حدي كارا | كارا | كارا | كارا | كارا | درخت دو دويي |
| كارا | كارا | كارا | كارا | كارا | كارا | روش شبيه سازي |

تنها روشي كه در حالت وجود n متغير حالت كارا است روش شبيه سازي است و تنها ضعف روش شبيه سازي وابسته بودن آن به امكانات سخت افزاري پرسرعت است.

## 2-6- متغییرهای ورودی و نحوه ی تخمین آن ها در ارزش گذاری اختیارات

چالش عمده در محاسبه ارزش گذاری اختیارات برآورد پارامتر ورودی است. در این بخش پارامترهای ورودی برای ارزش گذاری، نحوه ی برآورد آنها و محدودیت در برآورد آنها بیان می شود.

### 2-6-1- ارزش دارایی مورد بررسی(S0):

ارزش دارایی از جریانهای نقدینگی که انتظار می رود پروژه در طول عمر خود بدست آورد محاسبه می شود. ارزش فعلی جریان نقدینگی مورد انتظار بر اساس روش DCF به عنوان ارزش دارایی لحاظ می شود. این تخمین ها با عدم قطعیت بالایی همراه می باشند، بنابراین برای تنزیل جریان های نقدینگی از نرخ تنزیل تعدیل شده با خطرپذیری(نرخ تنزیل بدون خطر پذیری به اضافه مقداری به عنوان خطرپذیری) استفاده می شود(کوداکولا و پاپودس،2006).

### 2-6-2- تغییر پذیری در ارزش دارایی

#### 2-6-2-1-تغییر پذیری چیست؟

تغییر پذیری یک پارامتر ورودی مهم است که تاثیر قابل توجهی در ارزش اختیار دارد و احتمالا مهم ترین پارامتر در تخمین اختیارات حقیقی می باشد. تغییرپذیری بازنمایی کننده عدم قطعیت مرتبط با جریان های نقدینگی تشکیل دهنده ارزش کلی دارایی مورد بررسی می باشد(کوداکولا و پاپودس،2006).

##### 2-6-2-1-1- **روش های تخمین تغییرپذیری:**

**1)شبیه سازی مونت کارلو**

در شبیه سازی مونت کارلو، جریان های نقدینگی پروژه در طول عمر پروژه شبیه سازی می شود و یک ضریب تغییرپذیری برای هر مجموعه از جریانات نقدینگی با اعمال لگاریتم بر جریانات نقدینگی به دست آورده می شود. در این روش به تعداد شبیه سازی های صورت گرفته، ضریب تغییرپذیری تولید می شود. بنابراین به جای تنها یک ضریب تغییرپذیری توزیعی از این فاکتور ایجاد می شود. می توان متوسط این مقادیر شبیه سازی شده به عنوان ضریب تغییر پذیری در نظر گرفت(کوداکولا و پاپودس،2006).

**2)روش لگاریتم جریانات نقدینگی**

این روش بر تغییرات جریان های نقدی در گذشته مبتنی می باشد، که از ارزش های واقعی دارایی در گذشته برای محاسبه ضریب تغییرپذیری استفاده می کند. بنابراین ضریب به دست آمده از این روش می تواند مناسب ترین نماینده از تغییر پذیری ارزش دارایی باشد. مراحل محاسبه این ضریب به صورت زیر است:

- محاسبه جریان های نقدینگی در طول تولید در گذشته با بازه های زمانی منظم(برای مثال سال).

- محاسبه بازده مربوط به هر بازه زمانی، با شروع از دومین بازه زمانی و تقسیم جریان های نقدینگی جاری به مقدار آن در سال گذشته.

- به دست آوردن لگاریتم همه بازده ها.

- محاسبه انحراف استاندارد لگاریتم بازده های مربوط به مرحله قبل، که همان تغییرپذیری برای ارزش دارایی مورد نظر می باشد. این ضریب اغلب به صورت درصد بیان می شود (کوداکولا و پاپودس،2006).

### 2-6-3- قیمت اعمال اختیار

در دنیای اختیارات حقیقی، معمولا اجرای یک اختیار شامل ایجاد و ساخت یک ساختمان یا خط تولید می باشد. اگر چه تصمیم برای انجام در لحظه صورت می گیرد، ولی اجرای آن مستلزم به صرف زمان است. هزینه اجرای اختیار با هزینه سرمایه گذاری، ارزش دارایی را مستقیما تحت تاثیر قرار می دهد. حساسیت ارزش اختیار نسبت به این هزینه باید تحلیل شود تا نگرش بهتری نسبت به ارزش اختیار به دست آید. امکان دارد هزینه اجرای اختیار در طول عمر اختیار تغییر کند و در نتیجه معادلات ارزش گذاری اختیار بایستی متناسب با آن تنظیم شوند(کوداکولا پاپودس،2006).

### 2-6-4- عمر اختیار

بر خلاف اختیارات مالی، عمر اختیار برای اختیارات حقیقی با قطعیت واضح نیست. بعضاً معلوم نیست که دقیقا چقدر فرصت وجود خواهد داشت که بتوان اختیار را اعمال نمود و معمولاً سررسیدی که بتوان به کمک آن تصمیم گیری کرد وجود ندارد. برای مثال این مشکل خواهد بود که زمان مورد نیاز برای ایجاد یک پروژه تخمین زده شود قبل از اینکه به صورت تجاری به اجرا درآید. عمر اختیار برای شفاف شدن عدم قطعیت باید به قدر کافی طولانی باشد، اما نه آنقدر طولانی که ارزش اختیار به خاطر ورود رقبا بی معنا شود. در مورد یک اختیار مالی، ارزش اختیار با افزایش عمر اختیار افزایش می یابد، چرا که گستره ی ارزش درآمدهای ممکن با چارچوب های زمانی طولانی افزایش یافته و در نتیجه پتانسیل بالاسری افزایش می یابد. در اختیارات حقیقی این رابطه آنقدر هم مستقیم نیست.

ممکن است با افزایش عمر اختیار و تاخیر در تصمیم گیری به دلیل ورود رقبا به بازار فرصت از بین رفته و ارزش اختیار کاهش یافته یا اساساً از بین برود(کوداکولا و پاپودس،2006).

### 2-6-5- تعداد بازه های زمانی

مدل بلک شولز یک راه حل تحلیلی با فرم بسته ارائه می کند، و نیاز نیست عمر اختیار به بازه های زمانی تقسیم شود. وقتی بازه زمانی کوچک و تعداد بازه ها طی عمر اختیار افزایش یابد، پاسخ روش درخت دوجمله ای به سمت پاسخ مدل بلک-شولز میل خواهد کرد. با توجه به پیشینه تحقیق تعداد بازه زمانی پنج یا شش مناسب بوده و ارزش نهایی اختیار از راه حل بلک-شولز به طرز چشم گیری متفاوت نخواهد بود. در مقایسه با خطاهای موجود در تخمین بسیاری از پارامترها ی ورودی، تاثیر تعداد بازه های زمانی بر ارزش اختیار ممکن است بسیار ناچیز باشد(کوداکولا و پاپودس،2006).

## 2-7- اختيارات و عدم قطعيت

انعطاف­پذيري زماني ارزش پيدا مي­كند و يا به عبارت ديگر وجود انعطاف­پذيري زماني توجيه منطقي دارد كه عدم قطعيت وجود د اشته باشد، هرچه ميزان عدم قطعيت در پروژه بالاتر باشد، شانس­هاي بيشتري در پروژه براي بدست آوردن ارزش­هاي بالاتر وجود دارد و ارزش انعطاف­پذيري بيشتر مي­شود.

از ديد نظريه­ي اختيارات بر خلاف عقيده­ي متداول، وجود عدم قطعيت براي افزايش ارزش پروژه مفيد است. براي روشن تر شدن مطلب، مثالي ارائه مي شود:

فرض مي­شود نمودار احتمالي يكي از متغيرهاي داراي عدم قطعيت مانندX، كه متغير تابع ارزش پروژه­اي است، به صورت نمودارتوزيع احتمالي نرمال باشد (شكل 2-4). در تحليل حساسيت ارزش پروژه، مقدار بحراني اين متغير عدم قطعيتي مشخص شده است و برابر با *X* فرض مي­شود.



شكل2-4 نمودار توزيع احتمالي متغير x كه داراي توزيع نرمال استاندارد است و بخش خوش­بينانه و بدبينانه­ي نمودار نسبت به مقدار بحراني

بنابر تحليل حساسيت انجام شده بر روي NPV بر حسب متغير *X*، به ازاي مقادير بزرگتر ، مقدارNPV بزرگتر از صفر است. طبق نظريه­ي اختيارات حقيقي، چنانچه در پروژه اختياراتي وجود داشته باشد كه شرايط عملي كردن آن­ها زماني بوجود مي­آيد كه متغير *x* ، بزرگتر از است، آن­گاه مساحت قسمت راست در نمودار احتمالي *x*، بيانگر ميزان شانس عملي شدن آن اختيارات و به نوعي بيانگر وزن ارزش آن اختيارات است. بنابراين مشاهده مي­شود كه از ديدگاه اختيارات حقيقي، بخش خوش­بينانه­ي تابع توزيع احتمال متغيرداراي عدم قطعيت، داراي ارزشي مثبت براي پروژه است و هرچه واريانس اين متغير بيشتر باشد، بخش خوش­بينانه­ي تابع توزيع احتمال بزرگتر خواهد بود.

چنانچه عدم قطعيت به سمت صفر ميل كند، آنگاه انعطاف­پذيري در پروژه امكان عملي شدن را پيدا نمي­كند، بنابراين ارزش اختيارات به سمت صفر و ارزش كلي پروژه به سمت ارزش خالص فعلي پايه، حاصل از روش DCF ميل مي­كند.

به طور كلي ارزش يك پروژه را مي­توان به دو قسمت تقسيم كرد: (1973، Black& Scholes)

* ارزش پايه پروژه بدون در نظر گرفتن ارزش اختيارات)
* ارزرش اختيارات پروژه)

رابطه­ي 2-4- تجزيه مقدارNpv كل به دو مقدار جزئي:

NPVt=NPV(option)+NPV(no option) (4-2)

پروژه­اي داراي اختياراتي است كه اين نوع اختيارات هيچ نوع تغيير مقياسي را در پروژه ايجاد نمي­كنند، ‌به عنوان مثال داراي اختيارات تعليق و بستن دائمي پروژه است. اگر نمودار NPV اين پروژه برحسب تغييرات قيمت محصول پروژه، S، درنظر گرفته شود، آنگاه نمودارNPV اي كه به روش اختيارات حقيقي و روش DCF سنتي حاصل مي­گردد مانند شكل 2-5 است.



شكل 2-5 مقدار NPVبر حسب قيمت S براساس روش DCF، و اختيارات حقيقي (دياس، 2004).

نموداري كه با خط پررنگ نشان داده شده است بيانگر تغييرات NPV برحسبS به روش DCF سنتي است. نموداري كه با خط چين نشان داده شده است بيانگر تغييرات NPV با احتساب ارزش اختيارات حقيقي با واريانس است و نموداري كه با خط پر و كم رنگ نشان داده شده است بيانگر تغييرات NPV به روش اختيارات حقيقي با واريانس است(>).

همانطور كه مشاهده مي شود در اين مثال، زماني كه قيمت از نقطه سربه سري كمتر است، NPV سنتي مقادير منفي دارد، در حالي كه NPV روش اختيارات مقادير مثبتي دارد، اين بدليل وجود اختياراتي در پروژه است كه به مديريت اجازه مي دهد در صورت پايين بودن قيمت، پروژه را به سمت زيان كمتر سوق دهد، مانند اختيار تعليق توليد يك كارخانه در صورت افت قيمت. همانطور كه مشاهده مي شود در قيمت هاي بالاتر، NPV روش اختيارات حقيقي به سمت NPV سنتي ميل مي كند و اين به اين دليل است كه در قيمت هاي بالا، اختياراتي كه حجم عمليات توليدي را تغيير نمي دهند، ديگر كاربرد پيدا نمي كنند و استراتژي عملياتي به ثباتي نسبي مي رسد. نكته ي قابل توجه ديگر در شكل 2-4 اين است در صورتي كه واريانس تغييرات متغير داراي عدم قطعيت مانند قيمتS ، افزايش يابد، ارزش انعطاف پذيري و يا اختيارات نيز افزايش مي يابد، بنابراين مقادير NPV با واريانس از مقاديرNPV با واريانس ، بزرگتر است زيرا > است.

لازم به ذكر است كه تمام ويژگي هاي شكل2-5 به صورت عمومي در تمام پروژه ها با ويژگي هاي مشابه مثال بالا برقرار است و نكات استنباط شده در بالا در مثال هاي عملي قابل لمس و همچنين با استفاده از روابط تحليلي قابل اثبات است.

ارزش اختيارات زماني نقش پررنگ تري پيدا مي كند كه NPV پايه ي پروژه در محدوده ي صفر قرار دارد. در اين جا تفاوت دو ديدگاه نظريه ي اختيارات و روش هاي سنتي مي تواند در دو تصميم كاملاً متفاوت مبني بر عدم انجام پروژه و انجام پروژه آشكار شود، زيرا پروژه اي كه بر مبناي NPV روش سنتي رد مي شود با NPV حاصل از روش اختيارات حقيقي توجيه اقتصادي پيدا مي كند.

## 2-8- مقایسه اختیارات حقيقي با درخت تصميم

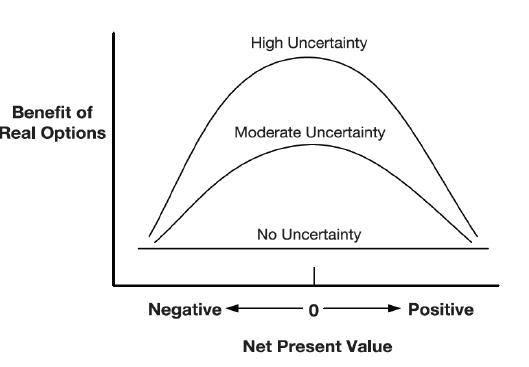
وقتي بحث عدم قطعيت در مورد پروژه و فرصت براي تصميمات مشروط مطرح مي شود. هم روش [[25]](#footnote-25)DTAو هم روشROA[[26]](#footnote-26) قابل استفاده هستند. بين اين دو روش دو تفاوت عمده وجود دارد.

1. روش DTAميتواند هم به ريسك بازار و هم به ريسك داخلي اهميت دهد. اما روشROA تنها به ريسك بازار مي پردازد. راه حل هاي روش اختيارات حقيقي براي ريسك داخلي معتبر نيست. چرا كه چارچوب نظري ROAبر خطرپذيري بازار مبتني مي باشد(کوداکولا و پاپودس،2006).

2. روش DTAاز طريق احتمال بازده هاي پروژه به ريسك ها مي پردازد. و براي اين كار معمولا از توزيع احتمال هاي گسسته استفاده كرده و در نتيجه تنها بر تعداد معدودي از بازده هاي محتمل متمركز مي شود. در حالي كه ROA به طيف گسترده اي از بازده ها اهميت ميدهد اين موضوع يك تفاوت آشكار در نرخ تنزيل مورد استفاده در تنزيل جريانات نقدينگي ايجاد ميكند. در واقع هيچ توافق كلي درباره ي مناسب ترين نرخ تنزيل براي استفاده در درخت هاي تصميم وجود ندارد. در حالي كه نرخ تنزيل مناسب برايROA، نرخ تنزيل بدون ريسك مي باشد. اشكال وارد بر DTA اين است كه احتمال هاي در نظر گرفته شده براي بازده ها منشا ذهني دارند. در غياب ريسك هاي بازار، روش DTA براي ارزش گذاري پروژه مناسب تر بوده، اما در صورت وجود چنين ريسك هايي ROA ابزار بهتري مي باشد. روش اختيارات حقيقي جايگزين روش درخت تصميم نيست بلكه مكمل آن است. وقتي تصميمات مشروط هم با ريسك هاي بازار و هم با ريسك هاي داخلي سروكار دارد. اين دو روش در كنار هم مي توانند بالاترين ارزش را براي تحليل گر و تصميم گيرنده فراهم كنند(کوداکولا و پاپودس،2006).

## 2-9- تحليل اختيارات حقيقي در چه زماني ارزشمندتر است؟

وقتي عدم قطيعيت كم و فضايي محدود براي انعطاف پذيري مديريتي وجود داشته باشد، روش ROA كم ارزش خواهد بود. روش ROA در پروژه هاي با NPV بالا ارزش بيشتري در سرمايه گذاري ايجاد نمي كند. چرا كه پروژه از قبل جهت سرمايه گذاري مناسب بوده و ارزش افزوده اي كه ممكن است به وجود آيد. تغييري در اين تصميم ايجاد نمي كند. همين طور در پروژه هاي با NPV بسيار پايين، اين ارزش افزوده اي كه به وسيله اختيارات حقيقي ايجاد مي شود، معمولا در حدي نيست كه موجب مثبت شدن NPV شده و به تغيير تصميم بر سرمايه گذاري منجر شود. شكل(2-6) رابطه اثر بخشي ROA را با NPV پروژه و عدم قطعيت حاكم بر محيط نشان مي دهد(کوداکولا و پاپودس،2006).



شكل 2-6 مزاياي تحليل اختيارات حقيقي مرتبط با ارزش فعلي دارايي(کوداکولا و پاپودس،2006).

**2-10- چرا تحليل اختيارات حقيقي ارزشمند است؟**

پروژه اي با يك ارزش اختيار بالا نشانگر عدم قطعيت بالاي بازار و پتانسيل بالادست براي پروژه است. در چنين پروژه اي ممكن است براي حل عدم قطعيت و آسان سازي تصميم گيري مشروط، انجام مطالعه براي كسب اطلاعات بيشتر از بازار ضروري باشد. براي اين كار ممكن است به جاي سرمايه گذاري همه جانبه در يك پروژه با اجراي آن، ابتدا يك مطالعه بازار يا توزيع آزمايشي از محصول در يك بازار آزمايشي محدود، به اجرا درآمده و در صورت مطلوب بودن نتايج نسبت به سرمايه گذاري كامل در پروژه و حتي افزايش مقياس پروژه اقدام شود. به اين ترتيب از فوايد پتانسيل بالادست(مثبت) پروژه استفاده مي شود. در نقطه مقابل، در صورت كسب نتايج نامناسب، ممكن است پروژه كوچك شده يا حتي متوقف شود. سرمايه گذاري هاي كوچك مقياسي كه باعث شفافيت در عدم قطعيت بازار مي شود آموزش فعال خوانده مي شود. گاهي ممكن است براي حل عدم قطعيت، به جاي سرمايه گذاري بر روي آموزش فعال، راهبرد صبر و انتظار اتخاذ شده و تصميم گيري درباره ي سرمايه گذاري تا شفافتر شدن عدم قطعيت به مرور زمان به تعويق بيافتد(کوداکولا و پاپودس،2006).

در صورت بالا بودن عدم قطعيت داخلي مرتبط به كارايي فن آوري، حل عدم قطعيت بازار ضروري است، اما براي بدست آوردن ارزش صحيح اختيارات انتظار ناكافي بوده و حل چنين عدم قطعيت داخلي، مستلزم سرمايه گذاري بر روي آزمايش فعال مي باشد. در حالي كه DCF يك روش ثابت براي تصميمات سرمايه گذاري را ارائه مي كند،ROA نقشه راهبردي ارائه مي كند كه بهترين تصميمات مشروط را، به ويژه تصميماتي كه به عدم قطعيت هاي بازار مربوط مي شوند، بازنمايي مي كند، مرتبط هستند. روش ROA به ارزيابي گزينه هاي ممكن ياري مي كند، بنابراين سرمايه گذاري از پتانسيل بازده مثبت بهره مند شده و قسمت منفي ريسك به حداقل مي رسد. روش ROA اطلاعات ارزشمندي را براي ادامه يا متوقف كردن تصميمات ارائه مي كند. اين اطلاعات نه تنها بر ارزش يابي پروژه ها به جهت مزيت خودشان مبتني است بلكه بر مبناي مزيت نسبي آن ها نسبت به يكديگر نيز مي باشد. وقتي ارزش اختيار قابل توجه باشد، پروژه هايي بر اساس DCF تنها رتبه بندي پاييني داشته و جذابيت چنداني براي سرمايه گذاري ندارد، ممكن است به رتبه هاي بالاتري ارتقا يافته و در اولويت سرمايه گذاري قرار گيرند. روش ROA مي تواند زماني كه دو يا چند پروژه شركت رقيب، NPV هاي مشابه دارند گره گشا باشد(کوداکولا و پاپودس،2006).

روش ROA به عنوان جايگزين DCF، نبايد به عنوان ابزاري براي توجيه پروژه هايي كه بايد رد شوند تعبير شود. اگر پروژه اي NPVمنفي بالايي داشته باشد و قاعدتاً رد شده تلاش براي توجيح چنين پروژه اي با استفاده از روش اختيارات حقيقي تلاشي بي معنا خواهد بود. وقتي ريسك بازار و ريسك داخلي در كنار فرصت هايي براي تصميم گيري هاي مشروط وجود دارد، ROA با تركيب با DCF مي تواند ارزشيابي بهتري فراهم كند. روش ROA جايگزيني براي روش هاي DTA يا DCF نيست، بلكه اين روش ابزارهاي سنتي را به روش ارزش يابي كامل تري تبديل مي كند(کوداکولا و پاپودس،2006).

2-11- سرمايه‏گذاري

در اقتصاد سرمايه‏گذاري اين گونه تعريف مي‌شود:( ديگزيت و پينديك، 1994)

"صرف كردن هزينه به اميد دريافت پاداش در آينده"

دو مشخصه اصلي و مهم تصميمات سرمايه‏گذاري كه در ارتباط با متدولوژي RO هستند عبارتند از:(دياس، 2005)

* غير قابل برگشت بودن[[27]](#footnote-27)
* عدم قطعيت[[28]](#footnote-28)

سرمايه‏گذاريها به طور معمول غير قابل برگشت هستند. اين بدان معني است كه در صورتي كه كسب و كار موفق نشود، هزينه صرف شده قابل بازگشت نيست. هزينه صرف شده براي سرمايه‏گذاري به طور كامل و يا قسمتي از آن از دست مي‌رود[[29]](#footnote-29). براي مثال هزينه صرف شده طراحي يك نرم افزار كه مفيد واقع نشود كاملا از دست رفته است، وليكن در مورد خريد تجهيزات كه تا حدي داراي ارزش (دست دوم) باشند، هزينه صورت گرفته تا حدي قابل جبران است. در اين صورت نيز ارزش اين تجهيزات به عوامل تكنولوژيكي و اقتصادي بستگي دارد.

**2-12-** پيچيدگي[[30]](#footnote-30)

فناوري اطلاعات بايد با تعداد بي شماري از عملكردهاي كسب و كار در تعامل باشد. تغيير در شرايط كسب و كار موجب تغيير در اين عملكردها و در نتيجه تغيير در سيستم‌هاي اطلاعاتي مي‌شود. اين سيستمها براي ايجاد ارزش در سازمان طراحي شده‌اند و تقريباً تمامي جنبه‌هاي كسب و كار را چه به صورت تنها مثل يك نرم افزار كاربردي مديريت مالي و چه به صورت يك سيستم يكپارچه مانند نرم افزار كاربردي ERP براي كل سازمان در بر مي‌گيرند. بنابراين ارزش يابي فناوري اطلاعات نمي‌تواند به صورت ايزوله صورت گيرد و براي اين منظور بايستي فناوري اطلاعات را به صورت يك واحد ايجاد ارزش در نظر گرفت و تأثيرات زيادي كه بركسب و كار خواهد داشت را در ارزش يابي سرمايه‏گذاري فناوري اطلاعات به گونه اي دخالت داد.

2-13- الگوهاي اجراي پروژه‌هاي IT

مديران IT وظيفه پيچيده و مشكلي درخصوص تحليل گزينه‏هاي مختلف اجراي پروژه و انتخاب بهينه ترين گزينه سرمايه‏گذاري دارند. در حال حاضر 3 گزينه اصلي براي اجراي پروژه‌هاي سيستم‌هاي اطلاعاتي وجود دارد: (2006،Munoz)

* ساختن سيستم اطلاعاتي توسط خود سازمان
* برون سپاري توسعه سيستم اطلاعاتي به شركت ديگري كه با استفاده از فرآيندها و نرم افزارهاي مناسب پروژه را اجرا كند.
* اجراي سيستم اطلاعاتي با استفاده از خدمات جديد تحت وب با عنوان "utility computing"

در صورت اجراي سيستم اطلاعاتي درون سازمان، شركت مسئول اجرا، توسعه و پشتيباني سيستم اطلاعاتي توسط منابع داخلي سازمان است. در اين حالت بروز نمودن فناوري ها مستلزم سرمايه‏گذاري قابل توجه و استخدام و آموزش پرسنل فني است.

اگر اجرا و نگهداري سيستم اطلاعاتي برون سپاري به يك شركت مشاور واگذار شود، نرم افزار و سخت‏افزارهاي سيستم تحت قيمت و ظرفيت ثابت تأمين خواهند شد. محدوديت اصلي اين روش اين است كه بدون توجه به ميزان خدمات مشاوره اي ومنابع و تجهيزات پروژه استفاده شده در هر زمان سازمان هزينه اي ثابت را پرداخت مي‌كند.

مدل خدمات جديد تحت وب با نام "utility computing" توسط كمپاني‌هاي بزرگ مانند Sun, HP IBM, Microsoft, Google و Oracle ارائه مي‌شود. مدل Utility computing يك مدل خدماتي است كه در آن يك سازمان تأمين كننده خدمات (Service Provider) مديريت منابع محاسباتي و زيرساخت‌هاي اطلاعاتي را مطابق تقاضاي مشتري فراهم مي‌آورد و بنابر ميزان استفاده سازمان را شارژ مي‌كند. اين مدل به دنبال بيشينه كردن استفاده مؤثر از منابع و يا كمينه كردن هزينه‏هاست. در صورت استفاده از اين مدل سيستم‌هاي اطلاعاتي از طريق اينترنت قابل دسترسي هستند و بنابر استفاده سازمان از آنها هزينه پرداخت مي‌شود و هر زمان مي‌توان از اين خدمات بيشتر يا كمتر استفاده كرد. در واقع سازمان فقط براي استفاده بالفعل از زيرساخت‌هاي شبكه، پهناي باند يا نرم افزارهاي كاربردي هزينه مي‌كند.

در حال حاضر استفاده از مدل تحت وب utility computing به عنوان يك گزينه بسيار خوب براي سازمان ها مطرح است. به جاي خريد سخت افزار و نرم افزار، سازمان ها در حال روي آوردن به دسترسي به منابع محاسباتي از طريق اينترنت هستند، چرا كه در اين حالت فقط به ازاي ميزان استفاده از اين تسهيلات (همانند تسهيلات آب و برق) هزينه پرداخت مي‌كنند. استفاده از اين گزينه به سازمان كمك مي‏كند كه تمركز اصلي خود بر روي فعاليت‌هاي رقابتي و بازار داشته باشد و مديريت سيستم‌هاي اطلاعاتي را به تأمين كنندگان utility computing واگذار كند، از جمله منفعت اصلي اين گزينه دسترسي قدرتمند به تسهيلات محاسباتي با هزينه اي كمتر از ساخت درون سازماني و يا برون سپاري است. علاوه بر هزينه كمتر از جمله منافع ديگر اين گزينه مي‌توان موارد ذيل را نام برد: استفاده از متخصصين خبره، دسترسي سريع تر به بازار و ريسك كمتر به علت سرمايه‏گذاري با هزينه كرد كمتر.

استفاده از اين تسهيلات به مديران IT اجازه مي‌دهد تا انعطاف‏پذيري بيشتري براي مقابله با شرايط عدم‏قطعيت و رقبا داشته باشند، چرا كه در اين حالت مي‌توان پروژه‌هاي IT را به صورت پويا با تغييرات شرايط بازار يا فناوري تطبيق داد. براي مثال اگر سهم بازار سازمان در كسب و كار افزايش يابد يا فناوري اطلاعاتي بروز شود، اين امكان وجود دارد كه سرويس‌هاي utility computing را افزايش داد و يا بالعكس در صورتي كه سهم بازار سازمان كاهش يابد مي‌توان استفاده از اين خدمات را كاهش داد و بالتبع هزينه كمتري پرداخت كرد.

با اين حال اين روش داراي ريسك‌هايي نيز مي‌باشد. سازمان‌هايي كه از ارزش اين تسهيلات و يا نيازشان (براي مثال تعداد كاربران و سطح استفاده) مطمئن نيستند، رغبتي به اين روش اجراي پروژه‌هاي IT نيستند. نگراني بسياري از سازمان‏هاي بزرگ نيز درباره امنيت اطلاعات، كنترل و عملكرد كم (مخصوصاً وقتي نرم افزار مربوط به امور حياتي و رقابتي سازمان است) اين شيوه زياد مي‏شود. بنابراين بايستي همه اين موارد هنگام انتخاب اين روش سرمايه‏گذاري مدنظر قرار گيرد.

صرفنظر از روش‌هاي اجراي پروژه‌هاي IT، تحليل جامع و دقيق شرايط عدم قطعيت و ريسك‌هاي سرمايه‏گذاري IT در موفقيت پروژه‌هاي فناوري اطلاعات نقش بسيار حياتي دارد. مدل‌هاي سنتي انتخاب پروژه عملكرد صحيحي ندارند، چرا كه تمام ملاحظات ريسك و شرايط سرمايه‏گذاري را در نظر نمي‏گيرند. توسعه يك چارچوب جديد تصميم گيري بسيار ضروري است تا به مديران IT كمك كند كه با وجود ريسك آلترنيتوهاي اجراي پروژه را مقايسه و بهترين گزينه را انتخاب كنند.

2-14- روش‌هاي سنتي ارزيابي سرمايه‏گذاري

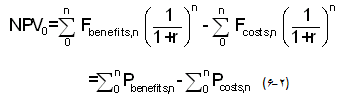
بودجه بندي سرمايه[[31]](#footnote-31) فرآيند تحليل و انتخاب پروژه از ميان گزينه‌هاي مختلف سرمايه اي است. روشهاي قديمي بودجه بندي به منظور تحليل و انتخاب سرمايه‏گذاري ها با زمان اجراي بلندمدت مانند تجهيزات توليدي و ساخت كارخانجات جديد توسعه يافته‌اند و در محاسبه ارزش پروژه‌هاي IT با اين روشها، اين پروژه ها نيز يك سرمايه‏گذاري با زمان طولاني تلقي مي‌شوند. اين در حالي است كه زمان انتظاري يك پروژه IT (به علت نوآوري‌هايي كه اين پروژه‌ها را سريعاً قديمي مي‌كند) كوتاهتر است.

روش‌هاي مرسوم در ارزش‌يابي سرمايه‏گذاري پروژه ها روش‌هاي مبتني بر محاسبه جريان نقدينگي و مقايسه منافع و هزينه‌ها با استفاده از مدل DCF هستند. شش مدل بودجه‏بندي سنتي كه براي ارزش‏يابي سرمايه‏گذاري‌ها استفاده مي‌شوند عبارتند از: بازگشت سرمايه[[32]](#footnote-32)، نرخ بازپرداخت سرمايه‏گذاري[[33]](#footnote-33)، نسبت هزينه- منافع، ارزش فعلي خالص (NPV) ، شاخص سودآوري[[34]](#footnote-34) و نرخ بازگشت داخلي (IRR) (لادون، 2004).

تحقیقات آماري رایان،گراهام و هاروي، در بین شرکتهاي سرمایه گذاري آمریکایی، شینودا در ژاپن و وایکووسکی و دیگران در فنلاند نشان میدهد که در سالهاي اخیر NPV به عنوان شاخص غالب در دنیاي ارزیابی مالی پروژهها مطرح شد.

در روش *ارزش* *فعلي خالص* (NPV) ارزش يك سرمايه‏گذاري با استفاده از هزينه‏ها، درآمدها و ارزش زماني پول به دست مي‌آيد.

مقدار NPV حاصل كسر ارزش فعلي هزينه ها از ارزش فعلي منافع است. رابطه 2-6 فرم استاندارد معادله NPV وقتي نرخ تنزيل ثابت فرض مي‌شود و معادل با هر دوره زماني تنزيل صورت مي‌گيرد را نشان مي‌دهد:



كه در آن:

= NPV0 ارزش خالص فعلي در دوره زماني 0

= F benefits,n ارزش آتي جريان نقدينگي منافع در دوره زماني n

= F costs,n ارزش آتي جريان نقدينگي هزينه ها در دوره زماني n

= P bemefits,n ارزش فعلي جريان نقدينگي منافع در دوره زماني n

= P costs,n ارزش فعلي جريان نقدينگي هزينه ها در دوره زماني n

= r نرخ تنزيل ثابت در دوره زماني

= n تعداد واحدهاي زماني

سودمندي و سادگي روش NPV باعث شده است استفاده از اين روش در ارزيابي مطلوبيت پروژه ها بسيار معمول باشد. با اين وجود، اين روش به اين شهرت دارد كه ارزش سرمايه‏گذاري ها را دست كم فرض مي‌كند، چراكه يكي از فرض‌هاي اصلي آن اين است كه وقتي يك بار كه سرمايه‏گذاري صورت گرفت، تا انتها تغييرناپذير خواهد بود. نقص ديگر NPV نيز محاسبه ارزش پروژه‌هاي با مدت زمان طولاني است كه با نرخ تنزيل شديدي ارزش آنها مورد اغماض قرار مي‌گيرد.

علاوه بر معايبي كه ذكر شد، NPV براين فرض استوار است كه پارامترهاي پيش بيني شده ورودي ايستا و داراي تعداد دقيق و معين هستند. با اين حال NPV روش ارزشمندي است كه به عنوان پايه و اساس در توسعه روش‌هاي جديد از جمله Real Options مورد استفاده قرار گرفته است.

روشهاي سنتي بودجه بندي سرمايه داراي نواقص زيادي براي تحليل ارزش كسب و كاري پروژه‌هاي IT هستند. اين روشها هيچ كدام بسياري از منافع نامشهود IT را در نظر نمي‏گيرند. عدم قطعيت و ريسك نيز در آنها لحاظ نمي‌شود.

## ح2-15- تحليل ريسك سرمايه‏گذاري‏هاي فناوري اطلاعات

عمده سرمايه‏گذاري‌هاي فناوري اطلاعات در جنبه‌هاي نرم افزار، سخت افزار، افراد، آموزش، طراحي، نگهداري و پشتيباني سيستمهاي اطلاعاتي صورت مي‌گيرند تا قدرت رقابتي و ارزش بيشتري براي سازمانها فراهم آورند(سات ات ال، 2006).

پاول در سال 1992 سرمايه‏گذاري در بخش IT را با انواع ديگر سرمايه‏گذاريها مقايسه نمود تا اين موضوع را مورد بررسي قرار دهد كه آيا سرمايه‏گذاريهاي IT با ديگر سرمايه‏گذاريها متفاوت هستند يا خير. او در ابتدا به اين مساله اشاره مي‌كند كه سرمايه‏گذاريهاي IT به اين علت صورت مي‏گيرند كه سازمانها مي‏خواهند مزيت رقابتي بدست آورند، توليدشان را بهبود بخشند، به روشهاي نوين مديريتي و سازماندهي دست يابند و كسب و كار جديدي را طرح‏ريزي نمايند. يکي از مشکلات ارزيابي فناوري اطلاعات اين است كه كمي نمودن منافع و مسائل آن مشكل است. در ادامه پاول اين فرضيه را مطرح مي‌كند كه سرمايه‏گذاريهاي IT با ديگر سرمايه‏گذاريها تفاوت دارد. او براي اثبات اين فرضيه از آزمون فرض استفاده مي‌كند و دو راه حل را در نظر مي‌گيرد. يكي اينكه سرمايه‏گذاريهاي IT با ديگر سرمايه‏گذاريها فرقي ندارد و بنابراين همان تكنيكهاي قبلي براي ارزيابي آنها مناسب هستند و گزينه ديگر آن كهIT با ديگر سرمايه‏گذاريها متفاوت است و بنابراين روشهاي قبلي در اين حوزه پاسخگو نيستند. در آخر پيشنهاد پاول اين است كه بايستي روش نويني در اين زمينه ايجاد شود كه بر مسائل و مشكلات فعلي ITI[[35]](#footnote-35) فائق شود.

هدف بكارگيري IT (اثربخشي، كارايي و يا كسب و كار جديد) در انتخاب شيوه ارزيابي سرمايه‏گذاري موثر است. همواره اين هدف بستگي به سطح پيشرفت فناوري اطلاعات تا آن مقطع از زمان تصميم گيري به سرمايه‏گذاري دارد. امروزه وجود تكنولوژيهاي جديدي چون ريزپردازنده ها، مشتري/سرويس دهنده، اينترنت، اينترانت، سيستمهاي خاص منظوره و ... سبب شده است تا سازمانها اهداف متنوعي را در سرمايه‏گذاري IT دنبال كنند و از اين رو شيوه صحيح ارزيابي اين گونه از سرمايه‏گذاريها عاملي حياتي در انتخاب گزينه صحيح سرمايه‏گذاري مي‌باشد.

از سوي ديگر يكي ديگر از مشكلات ارزيابي IT وجود عدم قطعيت در اين حوزه است. در حال حاضر تكنيكهاي ارزيابي سرمايه‏گذاري متداول مانند روش DCF به طور گسترده اي مورد انتقاد قرار گرفته‌اند، چراكه قادر نيستند شرايط عدم اطمينان (فاكتوري كه در تصميم‏گيري‌هاي سرمايه‏گذاري IT متداول است) را مدلسازي كنند. براي مثال در اين شرايط ممكن است جايي كه يك ارزيابي سرمايه‏گذاري فناوري اطلاعات منتج به NPV منفي مي‌شود، هنوز هم سرمايه‏گذاري بتواند اختيارات ارزشمندي را ايجاد كند كه در شرايط مطلوب (يعني شرايطي كه ريسكهاي فني يا منابع ديگر عدم اطمينان كمتر باشند) سرمايه‏گذاري اوليه در فناوري اطلاعات موفق باشد.

2-16- ويژگيهاي خاص سرمايه‏گذاريهاي فناوري اطلاعات

در بسياري از جنبه ها سرمايه‏گذاري IT را مي‌توان با سرمايه‏گذاريهايي در زمينه تجهيز كردن توليد مقايسه كرد، با اين تفاوت كه در سرمايه‏گذاريهاي IT عوامل سازماني نيز دخيل هستند. همين طور سرمايه‏گذاريهاي IT وجوه مشترك زيادي با سرمايه‏گذاريهاي R&D دارند، از جمله اين وجه اشتراكها مي‏توان نامشهود بودن، منافع دراز مدت و تأثيرگذاري بر كل سازمان را نام برد. در زير به برخي از ويژگيهاي خاص اين سرمايه‏گذاريها اشاره مي‌كنيم: (سان ات ال، 2006)

* **عدم قطعيت**

تصميمات سرمايه‏گذاري IT معمولاً به منظور تهيه تجهيزات جديد، استخدام افراد متخصص و يا طراحي محصولات جديد (نرم افزار و سيستمهاي اطلاعاتي) صورت مي گيرند. تمامي اين سرمايه‏گذاري ها داراي شرايط عدم قطعيت اقتصادي[[36]](#footnote-36)، عدم قطعيت فني[[37]](#footnote-37) و انعطاف داشتن مديريت[[38]](#footnote-38) در سرمايه‏گذاري‌هاي اين نوع پروژه هستند.

عدم قطعيت اقتصادي معمولاً به عوامل بيروني پروژه بستگي دارد و با نوسانات احتمالي قيمت و هزينه نشان داده مي‌شود. از سوي ديگر عدم قطعيت در مسائل فني به عوامل دروني مانند ‌اندازه توليد و عملكرد پروژه ها با استفاده از فناوري‌هاي متفاوت مرتبط است. انعطاف‌هاي مديريت در پروژه‌هاي IT نشان‏دهنده درجه آزادي هستند كه مديريت در تصميم گيري سرمايه‏گذاري دارد. براي مثال مي‌تواند سرمايه‏گذاري را گسترش دهد، آن را به طور موقتي متوقف كند و يا از ادامه انجام يك پروژه جلوگيري به عمل آورد. حال اگر يكي از احتمالات در تحليل اقتصادي ناديده گرفته شوند، ارزيابي سرمايه‏گذاري به طور صحيح صورت نخواهد گرفت.

* **در تعامل بودن با يكديگر**

يكي از جلوه‌هاي مهم بيشتر سرمايه‏گذاري‌هاي فناوري اطلاعات طبيعت در تعامل بودن اين پروژه ها با يكديگر است. براي مثال زير ساخت فناوري اطلاعاتي كه در يك سازمان وجود دارد، در تمام پروژه‌هاي IT آن سازمان مشترك است. خود اين زيرساخت فناوري اطلاعات ممكن است به تنهايي ارزش زيادي براي سازمان ايجاد نكند، و ليكن مي‌تواند بستر اجراي موفقيت پروژه IT ديگري را فراهم كند و به اين ترتيب براي سازمان ايجاد ارزش نمايد و بنابراين بايستي در سرمايه‏گذاري آن زيرساخت فناوري اطلاعات اعتبار و دقت لازم لحاظ شود تا منافع آتي حاصل از آن بدست آيند. به طور مشابه، مي‌توان سيستم‌هاي اطلاعاتي مانند ERP را مثال زد كه در آنها چند سيستم اطلاعاتي در تعامل با يكديگر هستند.

* **برگشت ناپذير بودن**

بيشتر سرمايه‏گذاري‌هاي فناوري اطلاعات تا حدودي و يا به طور كامل برگشت ناپذير هستند. به عبارتي حداقل هزينه‌هاي اوليه اين نوع پروژه ها مستهلك مي‌شوند، يعني وقتي سازمان ها خط مشي و بالتبع كسب و كارشان تغيير مي‌كند، هزينه‌هاي صرف شده براي IT برگشت ناپذير هستند. مصداق برگشت ناپذيري سرمايه صرف شده براي پروژه‌هاي IT موارد زير هستند:

اول اينكه تجهيزات و دارايي‌هاي فناوري اطلاعات داراي كاربرد خاص هستند و اگر نظر سازمان تغيير كند، اين داراييها داراي كاربرد ديگري نيستند. براي مثال نرم افزاري كه براي منظوري خاص در سازمان طراحي مي شود، احتمالا براي آن منظور خاص كاربرد دارد و در صورت غير مفيد واقع شدن، هزينه صرف شده براي آن مستهلك مي گردد. ثانياً داراييهاي IT به صورت دست دوم (حتي اگر بسيار نو باشند) ارزش خيلي كمتري از هزينه صرف شده براي آن ها دارند. ثالثاً بسياري مواقع سياست‌هاي سازماني و يا قوانين دولتي به دلايل امنيتي اجازه فروش تجهيزات و دارايي‌هاي IT مورد استفاده در سازمان را نمي‌دهند، كه اين خود باعث برگشت ناپذير بودن سرمايه‌هاي فناوري اطلاعات مي‌شود.

2-17- نواقص روشهاي سنتي براي ارزيابي ريسك سرمايه گذاري در فناوري اطلاعات

روشهاي مبتني بر DCF از جمله ارزش خالص فعلي (NPV) به طور معمول براي ارزيابي فرصت‌هاي سرمايه‏گذاري پيشنهاد مي‌شوند. هدف اين متدولوژي مقايسه بين جريانات نقدينگي مثبت و منفي در طي يك چارچوب مشخص و با هدف قضاوت در مورد ارزش پروژه اي است كه اين جريانات نقدينگي را ايجاد مي‌كند. لازمه اين امر اين است كه جريانات نقدينگي آتي با ارزش زماني پول متناسب شوند. فرآيند تنزيل ارزش تمامي جريانات نقدينگي را به ارزش حال تبديل مي‌كند. جمع جبري اين جريانات تخمين از ارزش فعلي را بدست مي‌دهد.

در حالي كه بزرگي و زمان منافع و هزينه ها با عدم قطعيت زيادي روبرو هستند، غالباً بحث برانگيزترين گام ارزيابي NPV از انتخاب نرخ تنزيل ناشي مي‌شود(لاكنر،1999). در اين روش ارزش‏ ‏ارزيابي شده يك سرمايه‏گذاري (يعنيNPV آن) به ميزان زيادي به انتخاب نرخ تنزيل حساس مي‌باشد. در واقع نرخ تنزيل نشان مي‌دهد كه ارزش پول حاضر به چه ميزان از همين مقدار پول در آينده با ارزش تر است و كليد مقايسه پروژه در طي زمان است، چرا كه از طريق اين پارامتر هزينه ها و منافع پروژه كه در زمان‌هاي مختلف روي مي‌دهند را مي‌توان مورد مقايسه قرار داد. ريچارد نووفيل در اين باره توضيح مي‌دهد كه چقدر انتخاب نرخ تنزيل حياتي است و نقش تعيين كننده‏اي در انتخاب سرمايه‏گذاري دارد. به طور عام هرچقدر نرخ تنزيل بزرگتر در نظر گرفته شود ارزش پروژه كمتر نشان داده مي‌شود و مخصوصاً ارزش پروژه‌هاي با افق زماني بيشتر نمود كمتري پيدا مي‌كند.

پروژه اي را فرض كنيد كه به يك هزينه صعودي[[39]](#footnote-39) نياز دارد و منافع حاصل از آن در طي ساليان متعدد حاصل مي‌شود. در مدل NPV، تأثير هزينه صعودي ثابت است، چراكه ارزش فعلي هزينه‏هايي كه در حال حاضر بايستي صورت بگيرند برابر با مقدار تمام و كمال آن هزينه هاست (يعني هزينه ها در 0= n محاسبه مي‌شوند). در مقابل، چون منافع در درازمدت اتفاق مي‌افتند هرچه نرخ تنزيل بيشتر شود، تأثير و ميزان منافع كمتر نشان داده مي‌شود. بنابراين با افزايش ميزان نرخ تنزيل اين طور به نظر مي‌رسد كه پروژه جذابيت كمتري دارد. در واقع از لحاظ فني هيچ مشكلي وجود ندارد، ولي مديران كلاً تمايل دارند براي ارزش يابي پروژه ها نرخ تنزيل را به شكل نامتناسبي بالا فرض كنند (1994.(Dixit and Pindyck, اين خود منجر به داوري اشتباه در مورد ارزش پروژه ها مي‏شود.

روش NPV كه معمول ترين در زمينه ارزيابي سرمايه‏گذاري ها محسوب مي‌شود، ارزش پروژه‏ها را دست كم فرض مي‌كند، چراكه در اين روش تعهد به يك پروژه غيرقابل تغيير فرض مي‏شود. بنابراين در اين روش ارزش پروژه براساس انتظارات جريان نقدينگي تخمين زده مي‌شود و تأثيرات ناشي از اتفاقاتي كه در آينده رخ مي‌دهند در نظر گرفته نمي‌شود. اين در حالي است كه فرصت‌هاي تصميم گيري منابع مهم ارزش سرمايه‏گذاري هستند.

## 2-18- فاکتورهای تعیین کننده ارزش اختيارات حقيقي در سرمایه گذاری IT

بر اساس الگوی قیمت گذاری گزینه "بلک و شولز"، ارزش یک گزینه مالی بوسیله 5 فاکتور مشخص می شود که شامل متغيرهاي ارزش فعلي سهام، زمان اعمال اختيار، نرخ واريانس ارزش سهام، ارزش اعمال اختيار (قيمت توافقي) و نرخ برگشت بدون ريسك مي باشد كه نقش بسیار مهمی در ارزش گذاری گزینه ها دارد (بلك وشولز، 1973).

یک سرمایه گذاری جدید IT با دارایی ها و سرمایه گذاری های موجود واکنش نشان می دهد و این واکنش یا بصورت مثبت یا منفی بوده است (گارود و كاماراس وامي، 1998). اگر مثبت باشد، نوعی هماهنگی برای شرکت فراهم می سازد، در حالی که در صورت تاثیرات منفی، ممکن است به مزیت رقابتی شرکت آسیب برساند. اگر سرمایه گذاری تاثیر تعاملی بین سرمایه گذاری جدید و فعلی را تقویت نماید می تواند مسیرهای فنی جدیدی را فراهم نماید. با این وجود، زمانی که مقاومت در برابر موارد غیر ضروری رخ می دهد منابع ارزشمند شرکت را از بین می برد و اجرای اختيارات حقيقي را دشوار می سازد، بجز گزینه رهاسازی.

علاوه بر این، یک سرمایه گذاری جدید IT رقیبان را مجبور به سرمایه گذاری های متقابل مي نماید تا بتوانند با این سرمایه گذاری رقابت نمایند. این واکنشهای رقیبان یا سرمایه گذاری های متقابل توسط رقیبان می تواند در دراز مدت بر مبنای درامدی و ساختار هزینه شرکت تاثیرگذار باشد، و در نهایت بر قابلیت توجیه تصمیم های سرمایه گذاری در زمینه فناوری و ارزش اقتصادی یک سرمایه گذاری تاثیر می گذارد (پورتر، 1985).

## 2-19- الگوي اختيارات آشيانه اي:

از آنجایی که اکثر پروژه ها فناوري اطلاعات به صورت وابستگی های داخلی با پروژه های دیگر می باشند، به همین دلیل توالی وابستگی ها با استفاده از الگوی اختیارات آشیانه ای ارائه می شود. الگوی اختیارات آشیانه ای در پژوهش هایی که به منظور ارزش گذاری و اولویت بندی مجموعه از نوآوری های IT که برای سرمایه گذاری در یک سازمان می باشد کاربرد دارد. یک الگوی اختیارهای آشیانه ای ایجاد می شود تا مجموعه نوآوری ها را اولویت بندی نماید. بررسی ها نشان داد که پروژه هایی که می توانند برای آغاز سایر خدمات مهم ارتقا یابند دارای ارزش گزینه ای بالاتری می باشند که با ارزیابی از طریق DCF سنتی به صورت مجزا قابل مشاهده نمی باشند. الگوی اختیارات آشیانه ای پیچیدگی های ارزش گذاری مجموعه پروژه ها را به طور همزمان در نظر می گیرد و روش تحلیلی را ارائه می نماید که ارزشهای فوری و مربوط به آینده پروژه ها را به صورت واقعی در نظر می گیرد و توجه مدیران را به تصمیمات تاکتیکی جلب می نماید، مانند چه پروژه ای را به سرعت سرمایه گذاری و اجرا نماییم (واتسون،2004).

2-20- روش Real Options و تصميمات سرمايه‏گذاري IT:

مشخصه‌هاي اصلي تصميمات سرمايه‏گذاري IT پيوسته و وابسته بودن، پويايي و پيچيدگي هستند. اين ويژگي ها به طور مشخص توسط تحليل Real Options مورد بررسي قرار مي‌گيرند و بدينوسيله سرمايه‏گذاران بر محدوديت‌هاي روش‌هاي سنتي قبلي در اين زمينه فائق مي‌آيند. براي مثال براي سرمايه‏گذاري‌هاي فناوري اطلاعات وابسته به ديگر سرمايه‏گذاري‌هاي قبلي، استفاده از اختيارات محتمل الوقوع ريسك سرمايه‏گذاري را در پروژه‌هاي فناوري اطلاعات بزرگ در شرايط عدم قطعيت كاهش مي‌دهد، بدين شكل كه انجام سرمايه‏گذاري به صورت مرحله به مرحله انجام مي گيرد به طوري كه انجام هر مرحله منوط به انجام موفقيت آميز مراحل قبلي باشد. همين طور تحليل Real Options با ارزش‏يابي انعطاف‏پذيري و راههاي مختلف در تصميمات سرمايه‏گذاري IT مشخصه پويايي پروژه‌هاي فناوري اطلاعات را در تصميم گيري‌هاي سرمايه‏گذاري در نظر مي‌گيرد. به اين شكل تصميم گيرندگان سرمايه‏گذاري به اين مساله ترغيب مي‌شوند كه سرمايه‏گذاري ها را به شكلي طراحي كنند كه داراي انعطاف‏پذيري باشند و امكان انتخابهاي مختلف در آنها وجود داشته باشد، به شكلي كه منافع بالقوه سازمان بالفعل شوند. اين انعطاف‏پذيري مي‌تواند در ورودي‌هاي سرمايه‏گذاري باشد، مانند وارد كردن يك فناوري نوين و يا يك قانون جديد در شرايط سرمايه‏گذاري و يا حتي انعطاف‏پذيري در خروجي ها مانند محصولات نرم افزاري با ويرايش مختلف براي قسمت‌هاي مختلف بازار و متناسب با نيازهاي مختلف. نهايتاً تحليل Real Options بدين شكل پاسخگوي مشخصه پيچيدگي سرمايه‏گذاري فناوري اطلاعات است كه بر نتايج تعاملات كسب و كار و فناوري اطلاعات نيز متمركز مي‌شود. ارزش‏يابي فناوري اطلاعات توسط اين متدولوژي مانند روش‌هاي سنتي محدود به ارزيابي مالي كوتاه مدت و به صورت ايزوله صورت نمي‌گيرد، بلكه در اين تحليل اين بررسي انجام مي‌شود كه چگونه سرمايه‏گذاري IT با فناوري‌هاي كسب و كار و ديگر اجزاي سازماني در تعامل است و در نتيجه ارزش كسب و كار را به طور قابل ملاحظه اي افزايش مي‌دهد (2000،Bharadwaj).

**2-21-** نقدها و دفاع ها ROT

روش های مختلف ارزیابی اقتصادی اساساً دارای پیش فرض هایی هستند که آنها را متناسب با شرایط خاصی می کند. یعنی از یک روش تحلیل و ارزیابی اقتصادی نمی توان و نباید در همه شرایط استفاده نمود. لذا نظریه اختیارات حقيقي نیز از این امر مستثنی نبوده و بنا به فراخور مسأله می تواند مورد استفاده قرار گیرد. در این بخش به برخی نقاط مثبت و منفی این نظریه اشاره خواهیم کرد.

نظریه اختیارات حقيقي ریشه اش در بازارهای مالی است. گرچه، فرضیات مورد استفاده برای بازارهای مالی ممکن است برای سایر بازارها مناسب نباشد. این منجر به انتقادهای وارد بر کاربردهای اختیارات حقيقي می گردد. نخستین انتقاد بر ROT از شبهه در مورد اعتبار رویکرد قیمت گذاری غیرتعاملی (غیرمعامله ای) در مورد سرمایه های واقعی است. در بازارهای مالی، رویکرد قیمت گذاری غیرمعامله ای بر مبنای استفاده از سهام های وثیقه بازرگانی برای فراهم کردن سود یک اختیار است. از آنجا که بیشتر سرمایه های مورد بررسی در استراتژی های سرمایه گذاری اختيارات حقيقي قابل معامله نیست، اصل غیرتعاملی به نظر می رسد که اساس خود را از دست داده است.

دومین انتقاد شامل انتخاب یک فرآیند تصادفی برای ارزش سرمایه مورد بررسی است. در تنظیم بلک- شولز، فرض می گردد که ارزش سرمایه مورد بررسی از یک فرآیند پیوسته پیروی می کند. گرچه، در سرمایه واقعی، این فرض ممکن است نقض گردد. برای مثال، جهش هایی ممکن است در قیمت ها رخ دهد. حرکت هندسی براونی ممکن است تقریب خوبی برای این مورد نباشد. این مسأله می تواند با بکارگیری مدل های واقعی تری مورد تحلیل قرار گیرد. برای مثال، می توانیم از مدل انتشار جهش یا امثالهم استفاده نماییم.

سومین انتقاد خاصیت اعمال یک اختیار حقیقی را شامل می گردد. اعمال یک اختیار مالی آنی است، یعنی زمانی که رویداد رخ می دهد، مالکیت به خریدار انتقال می یابد. موارد اختیار حقيقي پیچیده تر هستند. اعمال یک اختیار حقيقي ممکن است شامل نیاز به ساختن یک کارخانه یا حفر گروهی از چاه ها باشد و این عملیات ممکن است سال ها طول بکشد تا تکمیل گردند. در این مورد، دوره عمر برخی اختیارات حقيقي ممکن است کمتر از عمر معین و محدودی باشد.

در برخی بحث های تدافعی در برابر این انتقادات، مدل اختیارات حقيقي تصور می گردد که به عنوان عاملی در نیازهای فنی برای مشارکت در خصوصیات اعمال واقعی باشد. در ارزیابی فرصت سرمایه گذاری، تنظیم دوره عمر کاهش یافته مورد بررسی قرار می گیرد(2006،Abadie). در نهایت، روش های اختیارات حقیقی، بیشتر توسط ذی نفعان به سبب ریاضیات پیچیده آن، یعنی معادلات دیفرانسیل مشتقات جزیی در اختیارات حقيقي و متعاقب آن فقدان شفافیت و سادگی، به عنوان یک «جعبه سیاه » مورد بررسی قرار می گیرد(2003،Teach). اما با استفاده از رایانه های پیشرفته و رشد روزافزون مدل سازی رایانه ای، فروشندگان نرم افزار های رایانه ای بسیاری کاربردهای کاربرپسند از اختیارات حقیقی پیچیده را پیشنهاد می نمایند.

## 2-22- پيشينه تحقيق:

عبارت «اختیارات حقيقي» نخستین بار توسط میرز برای توصیف انعطاف های سرمایه گذاری شرکت ها معرفی گردید ( 1997Myers,). البته پیش زمینه های نظریه اختیارات در سال های نسبتاً دور مطرح شده است، به طوری که مبانی نظریه اختیاراتی که در رساله دکترای لوییس بچلیر[[40]](#footnote-40) مطرح شده است مربوط به 100 سال پیش است (2006،Bachelier). دهه 1970 میلادی، دهه انقلاب در دنیای بررسی های مالی سرمایه گذاری ها است. در سال 1973 بلک و شولزبرای اولین بار نظریه اختیارات را به صورت شکل یافته مطرح کردند و مدلی ارائه کردند که با استفاده از آن می توان ارزش اختیارات را به طور تحلیلی محاسبه کرد. به مرور زمان مدل ها و روش های جدیدتری نیز برای ارزشیابی اختیارات مالی دیگری ارائه شده که باعث تکامل این نظریه شدند. مستندات اولیه در مورد کاربردهای این نوع تفکر در مورد استراتژی و ارزیابی سرمایه گذاری توسط میرز[[41]](#footnote-41)، میسون و مرتون[[42]](#footnote-42)، مک دونالد و سیگل[[43]](#footnote-43)، برنان و شوارز[[44]](#footnote-44) و کولاتیلاکا[[45]](#footnote-45) به عنوان عناوینی شاخص بین سایرین فراهم گردید.

مك دونالد و سيگل (1984) یکی از اساسی ترین مدل های ارزیابی اختیار حقيقي را توسعه دادند. در مدل مذكور، آنها زمان بهينه براي بنگاه را جهت سرمايه گذاري در يك پروژه خاص كه ارزش آن مطابق حركت براوني هندسي در حال افزايش است، مورد بررسي قرار داده اند. نتایج مطالعه آنها نشان داد كه اختيار به تاخير انداختن يك سرمايه گذاري ممكن است تحت برخي از شرايط بسيار با ارزش باشد.

تاديس[[46]](#footnote-46) و همكاران (2000) تصميم سرمايه گذاري شركت ها در سيستم SAP R/3 با استفاده از تحليل اختيارات حقيقي مورد ارزيابي قرار داده اند. اگر چه برخي از محققين سيستم هاي اطلاعاتي به استفاده از تئوري اختيارات حقيقي به عنوان ابزاري در ارزيابي سرمايه گذاري فناوری اطلاعات شروع كرده اند، ولي هنوز به چارچوبي كه نشان دهنده رفع مشكل آن باشد، نرسيده اند.

شاپيرو و واريان[[47]](#footnote-47) (1998) هزينه هاي تغيير تكنولوژي اطلاعات را در بسياري موارد با اهميت بيان كرده اند. آنها از اصطلاح قفل شدن در تكنولوژي براي توضيح وضعيتي كه مديريت انعطاف كمتري براي تغيير به ساير راه حل هاي تكنولوژي دارد، استفاده كرده اند. زماني كه هزينه تغيير تكنولوژي اطلاعات به شدت بالاست اختيار منتظر ماندن باارزش است بنابراين تحليل اختيارات حقيقي بايد بر انعطاف پذيري مديريت در به تاخير انداختن سرمايه گذاري براي رفع بيشتر عدم اطمينان تكنولوژي متمركز شود. زماني كه هزينه تغيير پايين است، عدم اطمينان بالاي تكنولوژي اطلاعات نمي تواند سياست منتظر ماندن و مشاهده كردن را تصديق نمايد. بر عكس در اين مواقع بايد از تحليل اختيارات حقيقي براي كمي كردن ارزش اختيار براي تغيير استفاده شود كه معمولاً اين اقدام فرصت سرمايه گذاري را براي مديريت جذاب تر مي سازد.

(2011Yihua& Wenjing,) در مقاله ای از ریاضیات فازی برای ارزیابی سطحی از ریسک درآمد و ریسک هزینه در سرمایه گذاری املاک استفاده کرده است. سپس پارامترهای از گزینه واقعی فازی برای ارزیابی ریسک بالا از پروژه پایه محاسبه شده است، که اعتبار مهندسی ارزش را بهبود خواهد بخشید در نهایت این مقاله نشان داد مدل ارزیابی با یک نمونه از سرمایه گذاری در پروژه واقعی.

چوان[[48]](#footnote-48) و همكاران (2008) در مقاله اي،‌ با عنوان مديريت سرمايه گذاري فناوري اطلاعات، چهارچوبي مبتني بر چشم انداز نظريه اختيارات حقيقي و ميانگين واريانس اقدام به بررسي، آناليزاختيار حقيقي در رابطه با نظريه مالي كلاسيك،‌ براي ايجاد چشم اندازهاي جديدي در انتخاب پروژه استفاده نمودند. با ايجاد چارچوب چهار جانبه، خطرهاي مربوطه را در جنبه هاي مربوط به آن دسته بندي نمودند. اين چارچوب روشي آسان اما جامع را به مديران ارائه مي نمايد تا بتوانند پروژه هاي بالقوه را ارزيابي نمايند.

بالاسوبرامانيان [[49]](#footnote-49)و همكاران(2000) در مقاله اي،‌ با عنوان مديريت سرمايه گذاري فناوري اطلاعات با استفاده از روش اختيارات حقيقي به بررسي، يك فناوري رسمي و عملي براي ارزيابي سرمايه گذاري هاي زيرساختهاي فناوري اطلاعات نمودند. در نتيجه اين روش نشان داد كه نه تنها بر بازده سرمايه گذاري تاثيرگذار است بلكه همچنين باعث افزايش درك در مورد اين مسئله مي شود كه چگونه محرك هاي عملياتي را بر اساس قابليتهاي تجاري و تصميمات سرمايه گذاري تنظيم نمايند.

(2011Shiu, &Shu) در مقاله ای به ارائه یک رویکرد فازی برای ارزیابی پروژه های سرمایه گذاری در شرایط نامطمئن با استفاده از تئوری اختیارات حقیقی پرداخته شده است. این مقاله یک رویکرد فازی دوجمله ای برای ارزیابی پروژه ها تحت شرایط عدم قطعیت بکار گرفت روش پیشنهادی نشان داد که انعطافپذیری در این پروژه قرار داده شده است. علاوه بر این، در این مقاله یک روش برای محاسبه میانگین ارزش NPV گسترش یافته فازی ارائه شده است.

جين كيم و ساندرس[[50]](#footnote-50)(2002) در مقاله اي،‌ با عنوان فعاليت هاي استراتژيك در سرمايه گذاري فناوري اطلاعات مبتني بر نظريه اختيارات حقيقي به بررسي، چارچوبي مربوط به ارزش هاي فناوري اطلاعات و فعاليت هاي استراتژيك نمود و مبنايي را براي ارزش گذاري سرمايه گذاري فناوري اطلاعات از لحاظ ارزش اقتصادي و اختيار حقيقي ايجاد نمود. همچنين چارچوب قابل دركي را براي مديران فناوري اطلاعات فراهم نمود تا در ارزيابي و تصديق سرمايه گذاري فناوري اطلاعات از آن كمك بگيرند.

اينگرسل و راس(1999) هم رابطه ميان اختيار منتظر ماندن در سرمايه گذاري و كناره گذاري يك پروژه را بررسي كرده اند.

آمارام وهندرسون (1999) متذکر شده اند، اختيارات حقيقي در سرمایه گذاری های فناوری اطلاعات به طرز قابل توجهی می توانند برای سهامداران ایجاد ارزش کند.

ديگزيت و پينديك (1994) در كتابي بر مشخصه غيرقابل تغيير بودن بيشتر تصميمات سرمايه‏گذاري و همين طور محيط عدم قطعيت حاكم بر اين تصميم گيري ها تأكيد نمودند. آنها ارزش اختيار انتظار براي داشتن اطلاعات بيشتر (ولي ناكامل) را مطرح كردند. تمركز كتاب آنها بر درك رفتار سرمايه‏گذاري شركت ها و توسعه ملاحظاتي براي اين تئوري براي محيط‌هاي پويا بود.

(2012Jerman&Tekavcic,) در مقاله ای یک مدل ریاضی برای پردازش ارزیابی تکنولوژی امنیتی در سازمان ارائه دادند. مدل ارائه شده برای مقابله با ریسک های فردی به وسیله پردازش اطلاعات سیستم در شرکت و امنیت برای تهدیدات بالقوه می باشد. این مدل شامل یک هدف امنیتی برای همه ی مفاهیم کلیدی در فرایند تجارت می باشد و احتمال یک حادثه امنیتی و از دست دادن کنترل را در تجزیه و تحلیل و محاسبات با روش اختیارات حقیقی اندازه گیری می کند. این مدل یک تحلیل عمیق و محاسباتی کمی برای تسهیل بهترین راه حل در تصمیم گیری های مرتبط باسازمان ارائه می کند و همچنین با استفاده از نمونه های تجربی و شبیه سازی های ریاضی با داده هایی از محیط کسب و کار واقعی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

تريگئورگيس(1996) دانش گذشته و پراكنده در مورد اختيارات حقيقي را جمع آوري كرد. وي به طور جامع تكنيك‌هاي بودجه گذاري كلان را مرور و روشي مبتني بر تئوري ارزش‏گذاري اختيارات را معرفي كرد كه ابزاري براي كمي نمودن انعطاف‏پذيري بود. او همين طور مسائلي چون تعاملات بين اختيارات، ارزش گذاري انتخاب‌هاي متعدد در يك سرمايه‏گذاري و ارزش يابي تأثير تعاملات رقابتي را در كتاب خود مورد بحث قرار داد. متدولوژي مطرح شده در كتاب او تئوريك بود و به شكل گيري تكنيكهاي عملي بيشتري براي ارزش يابي مبتني بر RO موجود كمك كرد.

در كنار توسعه تئوري، كاربرد اختيارات حقيقي در استراتژي كسب و كار، امور مالي سازمان ها، ارزيابي بازار، تحليل اوراق قرضه، مديريت پورتفوليو، مديريت ريسك تا طراحي مهندسي به سرعت در حال رشد است. متدولوژي اختيارات حقيقي در صنايع مختلفي چون فناوري اطلاعات، توسعه و تحقيقات (R&D)، توليد، تجارت الكترونيك و ... كاربرد زيادي دارد.

امرام و كولاتيلاكا (1999) كتابي مقدماتي در مورد اختيارات حقيقي نوشتند كه در آن به ارزش‏گذاري اختيارات و كاربرد اختيارات حقيقي پرداخته شده بود. ولي اين كتاب متدولوژي عملي و همراه با جزئيات براي ارزيابي اختيارات حقيقي فراهم نمي‌كرد و تنها به اين مسأله اشاره شده بود كه تكنيك اختيارات حقيقي تا چه‌اندازه مي‌تواند كاربرد داشته باشد.

آغاز قرن بيست و يكم زمان شكوفايي انتشار كتاب‌هاي در زمينه اختيارات حقيقي با تمركز بيشتر روي كاربرد آن بود.

كوپلند و آنتي كاروف(2001) كتاب جنجال برانگيز و تأثير گذاري درباره اختيارات حقيقي نوشتند در اين كتاب آنها رويه اي را براي ارزش نهادن هر يك از انتخابهاي پيش رو براي سرمايه‏گذاري طرح كردند.

مون(2003)تعريفي كيفي و كمي از اختيارات حقيقي بيان نمود كه مطالعه‌هاي موردي و سناريوهاي واقعي در مورد آن فراهم مي‏آورد. او درباره كاربرد عملي اختيارات حقيقي توضيح مي‌دهد و تمركز او بيشتر بر استفاده از ارزش‏گذاري با استفاده از ريسك پذيري خنثي مي‌باشد. تاكنون مقالات و كتب زيادي درباره اين متدولوژي نوشته شده‌اند و استفاده از آن روزبروز در حال گسترش است.

(2012،Wang&Chan) در مقاله ای بیان می کنند که ارزیابی سرمایه گذاری در فناوری اطلاعات معمولا نیاز به مقدار قابل توجهی هزینه دارد و با توجه به عدم قطعیت محیطی از روش تئوری اختیارات حقیقی برای ارزیابی پروژه استفاده شده است. در این مقاله به معرفی ROA پرداخته شده است و یک چارچوب آسان از ROA برای ارزشیابی فرصت های سرمایه گذاری ارائه شده است.

چاترجي و رامش(1999) در مقاله اي با عنوان اختيارات حقيقي برای مدیریت ریسک در پروژه های فن آوری اطلاعات بررسي كردند چگونه گزینه تکنیک های ارزیابی را می توان برای ارزیابی و مدیریت ريسك با در نظر گرفتن نوآوری های تکنولوژیک استفاده کرد. همچنین خطر ابتلا به فرایند چارچوب محور که مناسب برای مدیریت ریسک در پروژه های نرم افزاری است، را ارائه دادند.

برنن و تریگورگیس(2000) در مقاله اي بررسي كرده اند که توسعه ارزش گذاری مدلهای ارزیابی، شامل سه مرحله است .در مدل استاتیک، پروژه های سرمایه گذاری به طور کامل توسط یک جریان مشخص شده، جریان های نقدی مورد انتظار را بدون هیچ انعطاف پذیری مدیریتی شرح داده اند که یک روش برجسته متکی به چشم انداز ارزش های فعلی پرداختها وهزینه های آتی می باشد. در روش های دینامک پروژه ها می توانند به طور فعال در واکنشی مستقل از عدم قطعیت اداره شوند. این روش در تجزیه و تحلیل درخت تصمیم گیری، برنامه نویسی پویا، برنامه نویسی تصادفی، تجزیه ونحلیل گزینه های وافعی(ROA) استفاده شده است.

بر اساس مباني تئوريكي محكم، بسياري از محققين، ارزيابي اختيارات حقيقي متعددي را در دنياي واقعي كسب و كار مورد بررسي قرار دادند.

دوس سانتوز در مقاله خود در سال 1991 اين مساله را مطرح مي كند كه توجيه پروژه هاي IT تنها مبتني بر منافع مالي مشهود و در حالي كه اكثر هزينه‏ها (برعكس منافع) مشهود هستند، بسيار مشكل است.

فرض همه روشهاي سنتي بر اين است كه همه منافع و هزينه‏ها شناخته شده اند و ميتوان ارزش مالي آنها را به صورت كمي بيان كرد. در مورد پروژه هاي IT گرچه ميتوان به طور تقريبي آنها را تخمين زد، ليكن اين فرض صدق نمي كند. منافع مشهود (صرفه جويي در هزينه‏ها) را مي توان به شكل كمي اندازه گيري كرد، ولي اندازه گيري كمي منافع نامشهود مانند بهبود دانش سازمان، افزايش كيفيت خدمات و راحتي، افزايش سرعت و رضايت مشتري به مراتب مشكل تر است.

گرس در سال 1997 نشان داد كه روشهاي سنتي ارزيابي سرمايه‏گذاري پروژه مانند IRR يا NPV براي مواجه با عدم‏قطعيت و ريسك (كه مشخصه اصلي بيشتر پروژه هاي IT هستند) كافي نيستند. در پروژه هاي IT منافع و هزينه‏ها به شدت داراي عدم‏قطعيت مي باشند. اين عدم‏قطعيت به علت تغييرات سريع اين فناوري است، به طوري كه حتي يك فناوري IT مي تواند در حين اجراي يك پروژه تغيير كند و به طور غير منتظره نياز به بروز شدن با آن فناوري به وجود آيد.

جدول 2-8 اهم تحقيقات و تلاشهاي انجام شده در راستاي ارزيابي و ارزشيابي سرمايه‏گذاري IT

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| نويسنده | تاريخ | موضوع | نام ژورنال | نكات كليدي |
| Earl | 1992 | توجيه سرمايه‏گذاري IT | Journal of IT | IT مي‌تواند كسب و كار را متحول كند. |
| Powell | 1992 | سرمايه‏گذاري IT و ديگرسرمايه‏گذاريها | Journal of IT | - مزيت رقابتي  - سرمايه‏گذاري در IT با ديگر سرمايه‏گذاريها متفاوت است. |
| Ward et al | 1996 | منافع IT | دومين كنفرانس Henley | - متدولوژيهاي موجود در سرمايه‏گذاري IT كافي نيستند.  - منافع IT به طور كامل درك نمي‌شوند. |
| Benaroch  Kaufman | 1999 | ارزيابي سرمايه‏گذاري پروژه‏هاي IT | Information Systems Research | ارزيابي ريسك سرمايه‏گذاري در پروژه سيستمهاي اطلاعاتي يك بانك (با استفاده از روشي مبتني بر RO) |
| Balasubramanian Kulatilaka | 2000 | مديريت سرمايه‏گذاري IT و ارائه مدلي مبتني بر RO | Journal of Strategic Information Systems | - طبقه بندي ريسك ارزيابي  - سرمايه‏گذاري IT بر اساس ريسكهاي داخل و خارج سازمان |
| Kraemer and Dedrick | 2001 | عايدي حاصل از سرمايه‏گذاري در IT | مركز تحقيقات IT و سازمانها  دانشگاه كاليفرنيا | فاكتورهاي موثر در سرمايه‏گذاري IT و عايدي حاصل از آن در بهره‏وري و رشد اقتصادي در 12 كشور آسيايي |
| Xiaotong  Johnson | 2002 | ارزيابي فرصتهاي سرمايه‏گذاري IT | Information Resource Management Journal | طبقه بندي پروژه‌هاي IT بر اساس نوع رقابت و هزينه مورد نياز آن و ارائه مدلي بر اين اساس |
| Schwartz  Zozaya | 2003 | ارزيابي سرمايه‏گذاري IT با تحليل RO | Management Science | تقسيم بندي پروژه‌هاي IT به پروژه‌هاي خريد و طراحي براي سرمايه‏گذاري با استفاده از تحليل RO |
| Andersson | 2006 | ارائه متدي براي ارزيابي ارزش كسب و كاري سيستمهاي IT | پايان نامه كارشناسي ارشد | معرفي روش جديدي براي ارزيابي ارزش كسب و كاري IT مبتني بر 25 منفعت IT |
| Benaroch | 2006 | استفاده از تحليل RO در مديريت ريسك IT | Journal of MIS | ارائه مدل پيشنهادي OBRiM براي مديريت سرمايه‏گذاري پروژه‌هاي IT |

## 2-22-گزينه هاي بکارگرفته شده براي هريک از ريسکهاي سرمايه‏گذاري IT در تحقيقات گذشته

تاكيد خاص اين پژوهش بر روي انعطافهايي است كه مديريت مي تواند در سرمايه‏گذاري هاي فناوري اطلاعات در شرايط ريسك داشته باشد. اختيارات حقيقي بايد به طور فعال برحسب ريسکهاي خاص هر سرمايه‏گذاري بکار گرفته شوند. جدول (2-9) به طور تفصيلي گزينه هاي بکارگرفته شده براي هريک از ريسکهاي سرمايه‏گذاري IT در تحقيقات گذشته را نشان مي‏دهد. قسمتهاي هاشور خورده نشان‏دهنده كاربرد آن option براي مقابله با ريسك مورد نظر مي باشد.اعداد درون جدول مقالات ومنابعي هستند كه آن اختيارات را در ريسكهاي مورد نظر بكار برده اند.

جدول 2-9 گزينه هاي بكارگرفته شده براي كنترل ريسكهاي سرمايه گذاري فناوري اطلاعات

| **اختيارات**  **عامل ريسك** | **به تعويق اندازي** | **كشف** | | **مرحله بندي**  **توسعه تدريجي** | **توقف** | **كم كردن اندازه پروژه** | **برون‏سپاري** | **اجاره كردن** | **توسعه** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **پايلوت** | **پروتوتايپ** |  |  |
| هزينه هاي طراحي يا عملياتي پروژه با منافع پيش بيني شده همسو نيستند. | 1 |  | 8 | 4،14 | 18 | 1 | 7 |  |  |
| تخمين هاي ضعيف، عدم وجود فرايندي براي كسب منافع شناسايي شده در حين اجراي پروژه | 3،25 | 8 |  |  |  |  |  |  |  |
| عدم مهارت و تجربه پرسنل | 26،2 |  | 4،8  13،26 | 4،13،26 |  |  | 23،28 |  |  |
| بزرگي يا پيچيدگي بيش از حد پروژه |  | 8، 10، 13، 17، 20 | 8، 10، 13، 17، 20 | 4، 13، 22 |  | 4، 13، 17، 19، 26 | 28 | 27 |  |
| عدم ثبات معماري اطلاعات سازمان يا عدم سازگاري آن با پروژه، عدم وجود زيرساخت اطلاعاتي مناسب | 16 |  | 9، 11، 17 ،20، 26، 29 | 12 |  | 6، 17، 20، 29 |  | 27 |  |
| طراحي نامناسب (براي مثال سيستم وظايف خود را درست انجام نميدهد و نقص عملكردي دارد) |  |  | 2، 8، 13 | 13 |  | 4، 13 |  | 27 |  |
| عدم مشاركت بخشهاي داخلي سازمان |  | 2 |  | 2 | 2 |  |  |  |  |
| عدم پذيرش يا روند كند پذيرش سيستم اطلاعاتي از سوي سازمان |  | 17، 24 |  | 1، 17، 20، 21 | 2 |  |  | 27 |  |
| واكنش هاي رقابتي منافع سازمان را با مخاطره مواجه مي سازد | 8، 19 | 8 |  |  | 19 | 19 |  |  |  |
| پيش دستي رقبا | 19، 26 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| كاهش تقاضاي مشتريان و كاهش پذيرش از سوي تأمين كنندگان | 3، 11، 15 | 10، 20، 24 |  | 7، 10، 27 | 1، 7، 21 | 12، 24 |  | 9، 27 |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| جدول2-10 منابع جدول | | | |
| 25.Schwartz, Zozaya (2003) | 17.Kambil et al (1993) | 9.Clemons, Weber (1990) | 1. Amram, Kulatilaka (1999) |
| 26.Sullivan et al (1999) | 18.Keil, Montealegre (2000) | 10.Ekstrom, Bjornsson | 2. Benaroch et al (2005) |
| 27.Techopitayakul, Johnson (2001) | .19Kim, Saunders (2002) | 11.Erdogmus (2002) | 3.Benaroch, Kauffman (2000) |
| 28.Whang (1992) | 20.Kulatilaka et al (1999) | 12.Erdogmus (1999) | 4.Boehm (1988) |
|  | 21.Moran (2002) | 13.Erdogmus, Favaro (2002) | 5.Boehm (1989) |
|  | 22.Panayi, Trigeorgis (1998) | 14.Fairy (1994) | .6 Boehm, Sullivan (2000) |
|  | 23.Richmond, Siedman (1993) | 15.Favaro, Favaro (1999) | 7.Brautigam et al (2003) |
|  | 24.Svavarsson (2004) | 16.Gaynor, Brander (2001) | 8.Clemons (1991) |

## 2-23- جمع بندي:

در این فصل به معرفی روش های ارزش گذاری اختیارات حقیقی پرداخته و روش های مختلف آن در ارزش گذاری پروژه بیان شده است. همانطوری که پیش تر توضیح داده شد تحلیل اختیارات حقیقی، ارزش انعطاف مدیریتی را برای تغییر مسیر در مواجهه با عدم قطعیت ها در ارزش گذاری پروژه ها در نظر می گیرد. روش DCF، شبيه سازي مونت كارلو و درخت تصميم گيري به عنوان روش هاي ارزيابي سنتي به سادگی قابل فهم هستند زیرا مبنای تئوریک آنها نسبتاً ساده است. تحلیل RO نسبت به این ابزارهای سنتی بسیار پیچیده تر است و نیاز به درک بالاتری از ریاضیات دارد. مبنای تئوریک RO پیچیده است اما محاسبات مربوط تا حدودی ساده هستند.روش DCF در واقع زیر بنای RO است و بسته به کاربرد و روش مورد استفاده برای حل مسائل اختیارات، روشهای درخت تصمیم و شبیه سازی نیز می توانند در فرایند ارزشیابی وارد شوند.

شكل2-7 فرايند استفاده از اختيارات حقيقي

الف: منابع فارسي

حجازي،ا. سرمد،ز. ، بازرگان،ع.(1385). روش هاي تحقیق در علوم رفتاري، تهران، انتشارات آگاه، چاپ سیزدهم.

سکاران،ا. . (1384) روشهاي تحقیق در مدیریت، ترجمه محمد صائبی و محمود شیرازي، تهران، مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه ریزي، چاپ سوم.

سنجري، ا. .( 1388)روش هاي تحقیق در مدیریت، تهران، انتشارات عابد، مهرگان قلم.

شریفی، ح. شریفی، ن.(.( 1383 روش هاي تحقیق در علوم رفتاري، تهران، نشر سخن، چاپ سوم.

ظهوري، ق.(.( 1378کاربرد روش هاي تحقیق علوم اجتماعی در مدیریت، تهران، انتشارات میر.

کریم زاده،ص.(1385). روش هاي تحقیق در علوم رفتاري: راهنماي علمی پژوهش ( پژوهش، نگارش ویرایش و انتشار(، تهران، انتشارات فرهنگ سبز.

*ب:* منابع لاتين و خارجي

Amram, M. and Kulatilaka, N. (1999).Real Options: Managing Strategic Investment in an Uncertain World, Harvard Business School Press.

Amram, M, Kulatilaka, N. and Henderson, j.(1999)."Taking an Option on IT" CIO Enter prise Magazine.Investment in an Uncertain World, Harvard Business School Press.

Andresen, J. (2001). “A Framework for Selecting an IT Evaluation Method - in the Context of Construction ”, PhD Thesis at Technical University of Denmark, Lyngby.

ANDERSEN, L.(2002)."How Options Analysis Can Enhance Managerial Performance" European Management Journal, Vol. 20, No. 5, pp. 505–511, 2002.

[Avison, D.E and Powell, P.L. and Keen, P. and Klein, J.H. and Ward, S.(1995). “Addressing the need for flexibility in information systems”, Journal of Management Systems, Vol. 7, No. 2, PP. 43-60.](file:///C:\Documents%20and%20Settings\Dear-User\Desktop\noroozi-az\Application%20Data\Microsoft\Files\9.pdf)

Avadikyan, A. and P. Llerena.(2010). A real options reasoning approach to hybrid vehicle investments. Technological Forecasting and Social Change VOL 77(4): PP. 649-661.

Arthur,W.B.(1994).Increasing Returns and Path Dependence in the Economy, University of Michigan Press.

Bachelier,L., et al.(2006).Louis Bachelier's Theory of Speculation: the Origins of Modern Finance.Princeton NJ: Princeton University Press.

Balasubramanian,p.(2000).Managing information technology investments using a real-options approach, Journal of Strategic Information Systems 9,PP. 39-62.

Bakos,J.Y. and Treacy,M.E.(1986).Information technology and corporate strategy: a research perspective, MIS Quarterly 10 (2) ,PP. 107– 119.

Busby,J.S. and Pitts,C.G.S.(1997).Real options and capital investment decisions, Management Accounting (British) 75 (10) ,PP. 38– 39.

Brennan,M.J. and Trigeorgis, L.(2000).Real options:Development and new contributions. In: Project Flexibility,Agency,and Competition:New Developments in the Theory and Application of Real Options. Oxford University Press, USA, PP. 1–9.

Brennan, M.J. and E.S. Schwartz.(1985).Evaluating Natural Resource Investments. Journal of Business,58(2), PP. 135-157.

Black,F Scholes,M.(1973).The pricing of options and corporate liabilities, The Journal of Political Economy 81 :PP. 637–654.

Benjamin,R.(1995).Electronic markets and virtual value chains on the information superhighway, Sloan Management Review,Vol: 36 (2) :PP. 62– 72.

Clemons,E.K.(1986).Information systems for sustainable competitive advantage, Information&Management Vol:11 (3):PP.131– 136.

Clemons,E.K. and Kimbrough,S.O.(1986).Information systems, telecommunications, and their effects on industrial organization, Proceedings of the Seventh International Conference on Information Systems, pp. 99– 108.

Clemons,E.K. and Row,M.C.(1991).Sustaining IT advantage: the role of structural differences, MIS Quarterly 15 (3) :PP. 275– 292.

Copeland,T.E. and Keenan,P.T.(1998).How much is flexibility worth? McKinsey Quarterly,PP.38–49.

Chuan, Liang.(2008).Management of information technology investment: A framework

based on a Real Options and Mean–Variance theory perspective,PP.122–134.

Chow, J.Y.(2011). A network option portfolio management framework for adaptiv transportation planning. Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol: 45(8): PP. 765-778.

Dos Santos, B.(1994).“Assessing the value of strategic information technology investments, PP. 133-150.

Dias,M.A.G.(2004)."Valuation of exploration and production assets: an overview of

real options models" Journal of Petroleum Science and Engineering ,PP. 93– 114.

Dixit,A.K. and R.S.Pindyck.(1994).Investment under Uncertainty Princeton University Press, Princeton.

Evans, J.S.(1991).“Strategic flexibility for high technology maneuvers: a conceptual framework”, Journal of Management Studies, Vol. 28, No. 1, PP. 69-89.

Garud,R.Kumaraswamy,A. and Nayyar,P.(1998).Real options or fool’s gold? Perspective makes the difference, Academy of Management Review 23 (2) :PP. 212–214.

Henderson.J. and Venkatraman.N.(1999).Strategic alignment: leveraging information technology for transforming organizations, IBM Systems Journal 32 :PP.4 – 16.

Jin Kim, Yong.(2002). Strategic actions in information technology investment based on real option theory, Decision Support Systems,PP.1– 11.

Jerman,B and Tekavcic.(2012).[Managing the investment in information security technology by use of a quantitative modeling](http://www-scopus-com.ezproxy.ums.edu.my/record/display.url?eid=2-s2.0-84865681345&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=real+options+information&sid=6C2C7D56B1FBEDFEB9D62B3CCAF69792.Vdktg6RVtMfaQJ4pNTCQ%3a150&sot=q&sdt=b&sl=44&s=TITLE-ABS-KEY-AUTH%28real+options+information%29&relpos=13&relpos=13&searchTerm=TITLE-ABS-KEY-AUTH%28real+options+information%29), [Information Processing and Management](http://www-scopus-com.ezproxy.ums.edu.my/source/sourceInfo.url?sourceId=12689&origin=resultslist) 48 (6) , PP. 1031-10520.

Kulatilaka, N.(1988).Valuing the Flexibility of Flexible Manufacturing System IEEE Transaction in Engineering Management,PP. 250-257.

Kumar, R.L.(2002).“Managing risks in IT projects: an options perspective”, Journal of Information & Management, Vol. 40, PP. 63-74.

Kumar,R.A.(1996).note on project risk and option values of investment in information technologies, Journal of Management Information Systems ,PP.187– 193.

Kulatilaka N. Balasubramanian P. and Strock J.(1999).“Using Real Options to Frame the IT Investment Problem,” Real Options and Business Strategy: Applications to Decision-Making, Trigeorgis L. (Ed), London, ENGLAND: RISK Books.

Kodukula,P, and Papudesu,Ch.(2006).Project valuation using real options-a practitioner’s guide. Ross Publishing Inc., U.S.A.

[Lackner, D.I.(1999).“Strategic Technology Investment Decisions in Research & Development”, Master Thesis at University of Massachusetts Institute of Technology.](file:///C:\Documents%20and%20Settings\Dear-User\Desktop\noroozi-az\Application%20Data\Microsoft\Files\23.pdf)

Munoz, C.(2006).a Real Option Strategic Scorecard Decision Framework for IT Project Selection, Doctoral Dissertation, University of Central Florida.

Myers,S.(1977).Determinants of Corporate Borrowing Journal of Financial Economics,5:PP. 147-175.

McDonald, R. and D. Siegel.(1986).The Value of Waiting to Invest. Quarterly Journal of Economics: PP. 707-727.

Merton,R.C.(1973).Theory of Rational Option Pricing Bell Journal of Economics and Management Science,PP. 141-183.

Molina, E. S.(2003).“Evaluating IT Investments: A Business Process Simulation Approach”, MIT University Master Thesis, PP. 22.

Munoz, C.(2006).a Real Option Strategic Scorecard Decision Framework for IT Project Selection, Doctoral Dissertation, University of Central Florida.

Porter,M.E , Millar.V.(1985).How information gives you competitive advantage, Harvard Business Review, Vol: 63 (4) :PP.149– 160.

Porter,M.E.(1985).Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance, Free Press, New York, NY.

Samis,M.R. and Poulin,R.(1996).Valuing management flexibility byderivative asset valuation, 98thannual general meeting of thecanadianinstitute ofmining, Metallurgy and Petroleum.

Salahor,G.(1998).Implications of output price risk and operating leveragefor the evaluation of petroleum development projects, The energyjournal,vol.19, PP.13-46.

Sun, X. Wang, T and Tian, Y.(2006).“The ENPV Model Based on Option Theory in IT Investments”, IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology, 1-4244-0148-8.

Shapiro,C. and H.Varian.(1998).Information Rules:A Strategic Guide to Network Economy.Harvard Business School Press.

Sol, P.d., Ghemawat, P.(1999).Strategic valuation of investment under competition.

Interfaces, Vol. 29 (6),PP. 42–56.

Svavarsson, D.(2004).“Evaluation of Strategic IT Platform Investments, Proceedings of the Americas Conference on Information Systems, August.

Schmidt, R., Lyytinen, K., Keil, M., and Cule, P.(2001).“Identifying Software Project Risks: An International Delphi Study,” Journal of Management Information Systems (17:4), pp. 5–36.

Schwalbe, K. (2004). Information Technology Project Management, 3rd ed., Thomson Learning – Course Technology, Park City, UT.

Schwartz, E.S. and Trigeorgis, L. (2004)."Real Options and Investment under Uncertainty: Classical Readings and Recent Contributions", The MIT Press.

Schwartz, E.S., and Zozaya-Gorostiza, C.(2003).“Investment under Uncertainty in Information Technology: Acquisition and Development Projects,” Management Science, January, PP. 57-70.

Standish Group.(2004). "CHOAS Report", West Yarmouth, MA: The Standish Group International, Inc.

Shiu,H.H and Shu,H.L.(2011). A fuzzy real option approach for investment project valuation, journal homepage: www.elsevier.com/locate/eswa,PP. 15296–15302.

Sullivan, K., Chalasani, P., Jha, S., and Sazawal, V.(1999). “Software Design as an Investment Activity: A Real Options Perspective,” in Real Options and Business Strategy: Applications to Decision-Making, L. Trigeorgis (ed.), Risk Books.

Sun, X. Wang, T and Tian, Y.(2006). “The ENPV Model Based on Option Theory in IT Investments”, IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology.

Teach, E.(2003).Will Real Options Take Root? Why Companies Have Been Slow to Adopt the Valuation Technique CFO Magazine.

Taudes,A.,M.Feurstein and A.Mild.(2000).Options Analysis of Software Platform Decisions:A Case Study,.MIS Quarterly,PP.227-43.

Taudes,A. Feurstein,M. and Mild,A.(2000).Options analysis of software platform decisions: a case study, MIS Quarterly ,PP. 227– 243.

Trigeorgis,L.(1999).“Real Options and Business Strategy”, Haymarket House Press, London.

68.Taudes A., Feurstein M., and Mild A.(2000).“Options Analysis of Software Platform Decisions: A Ca MIS Quarterly, Vol. 24, No. 2, June, PP. 227-243.

Taudes,A. Feurstein,A.Mild,M.(2000).Options analysis of software platform decisions: a case study, MIS Quarterly ,PP. 227– 243.

Techopitayakul, D., and Johnson, B. (2001) “ASP-based Software Delivery: A Real Options Analysis,” 5th Annual Real Options Conference (Real Options Theory Meets Practice), UCLA, Los Angeles.

Trigeorgis, L .(1999). “Real Options and Business Strategy”, Haymarket House Press, London.

Yong Jin Kim and G. Lawrence Sanders.(2002). Strategic actions in information technology investment based on real option theory,PP. 1– 11.

Ingersoll,J.and S.Ross.(1999).Waiting to Invest:Investment and Uncertainty,.Journal of Business,PP.1,1-29.

[Wang, T. (2005).“Real Options "in" Projects and Systems Design- Identification of Options and Solution for Path Dependency”, PhD Thesis at University of Massachusetts Institute of Technology, May.](file:///C:\Documents%20and%20Settings\Dear-User\noroozi-az\Application%20Data\Microsoft\Files\20.pdf)

Wang,CH and chan,N.(2012). A framework for applying real options analysis to information technology investments, International Journal of Industrial and Systems Engineering (IJISE), Vol. 10, No. 2, 2012.

Wang, T.(2003).“Analysis of Real Options in Hydropower Construction Projects - A Case Study in China”, Master Thesis at University of Massachusetts Institute of Technology.

[Wang, T.(2005).“Real Options "in" Projects and Systems Design- Identification of Options and Solution for Path Dependency”, PhD Thesis at University of Massachusetts Institute of Technology, May.](file:///C:\Users\Pars\noroozi-az\Application%20Data\Microsoft\Files\20.pdf)

Whang, S. (1992). “Contracting for Software Development,” Management Science, pp. 307-325.

Zhu, K. (1999). “Evaluating Information Technology Investment: Cash Flows or Growth Options?” Proceedings of the Workshop on Information Systems Economics (WISE’99), Charlotte, NC, September.

1. Critical Success Factors (CSF) [↑](#footnote-ref-1)
2. Louis Bachelier.

   2 Black & Scholes. [↑](#footnote-ref-2)
3. [↑](#footnote-ref-3)
4. [↑](#footnote-ref-4)
5. [↑](#footnote-ref-5)
6. 1 Option.

   2 Exercise price [↑](#footnote-ref-6)
7. 3 Option price

   4 Expiration date [↑](#footnote-ref-7)
8. Now or Never [↑](#footnote-ref-8)
9. Internal rate of return [↑](#footnote-ref-9)
10. Cost- benefit ratio [↑](#footnote-ref-10)
11. [↑](#footnote-ref-11)
12. 1 Fisher Black. [↑](#footnote-ref-12)
13. 2 Myron Scholes.

    3 Robert Merton. [↑](#footnote-ref-13)
14. 4 Uncertain Payoffs [↑](#footnote-ref-14)
15. Exercise Price [↑](#footnote-ref-15)
16. 1 Strategic Information System [↑](#footnote-ref-16)
17. 2 Dos Santos [↑](#footnote-ref-17)
18. 1 Cox [↑](#footnote-ref-18)
19. 2 Ross [↑](#footnote-ref-19)
20. 3 Rubinstein [↑](#footnote-ref-20)
21. Closed form formula [↑](#footnote-ref-21)
22. numeric simulation [↑](#footnote-ref-22)
23. Monte Carlo Simulation [↑](#footnote-ref-23)
24. Phelim P. Boyle [↑](#footnote-ref-24)
25. Decision Tree Analysis [↑](#footnote-ref-25)
26. Real options Analysis [↑](#footnote-ref-26)
27. Irreversibility [↑](#footnote-ref-27)
28. Uncertainty [↑](#footnote-ref-28)
29. Sunk Cost [↑](#footnote-ref-29)
30. Complexity [↑](#footnote-ref-30)
31. Capital Budgeting [↑](#footnote-ref-31)
32. Payback [↑](#footnote-ref-32)
33. Rate of return on the investment [↑](#footnote-ref-33)
34. Profitability index [↑](#footnote-ref-34)
35. IT Investment [↑](#footnote-ref-35)
36. Economic uncertainties [↑](#footnote-ref-36)
37. Technical uncertainties [↑](#footnote-ref-37)
38. Administrative flexibilities [↑](#footnote-ref-38)
39. up-front cost [↑](#footnote-ref-39)
40. 1 Louis Bachelier [↑](#footnote-ref-40)
41. 2 Myers [↑](#footnote-ref-41)
42. 3 Mason and Merton [↑](#footnote-ref-42)
43. 4 McDonald and Siegel [↑](#footnote-ref-43)
44. 5 Brennan and Schwarz [↑](#footnote-ref-44)
45. 6 Kulatilaka [↑](#footnote-ref-45)
46. 7Taudes [↑](#footnote-ref-46)
47. 8 Shapiro and Varian [↑](#footnote-ref-47)
48. 1 Chuan [↑](#footnote-ref-48)
49. 2 Balasubramanian [↑](#footnote-ref-49)
50. 3 Jin Kim and Sanders [↑](#footnote-ref-50)